



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ESCUELA ACADÉMICO – PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“Caracterización y Epidemiología de la Mancha Foliar  
(*Cercospora* sp) de la Lechuga Variedad Great Lakes en  
Lamas, San Martín”.**

**T E S I S**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ARMANDO GHENE ISMIÑO RIQUELME**

**TARAPOTO – PERU**

**2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ESCUELA ACADÉMICO – PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

**“Caracterización y Epidemiología de la Mancha Foliar  
(*Cercospora sp*) de la Lechuga Variedad Great Lakes en  
Lamas, San Martín”.**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

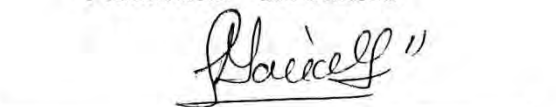
**ARMANDO GHENE ISMIÑO RIQUELME**

**MIEMBROS DEL JURADO:**




Ing. Luis Alberto Leveau Guerra

**Presidente del Jurado**




Ing. M. Sc. Patricia Elena García Gonzáles

**Miembro del Jurado**



Ing. Jorge Luis Peláez Rivera

**Miembro del Jurado**



Ing. Eybis José Flores García

**Asesor**

**TARAPOTO – PERU**

**2011**

# CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. OBJETIVOS .	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.	
3.1. Origen e Historia.	3
3.2. Clasificación Taxonómica.	4
3.3. Variedades.	4
3.4. Aspectos Botánicos.	5
3.5. Requerimientos Edafo Climáticos.	6
3.6. Morfología del Patógeno <i>Cercospora</i> y ciclo de la Enfermedad.	7
3.7. Sintomatología y etiología de la mancha foliar.	7
3.8. Sintomatología de la mancha foliar causado por <i>Cercospora longissima</i> .	8
3.9. Aspectos taxonómicos.	9
3.10. Conceptos básicos de epidemiología .	13
3.11. Modelos matemáticos epidemiológicos.	19
3.12. Antecedentes sobre el control de la mancha foliar causado por <i>Cercospora spp</i> .	22

3.13. Área de Cultivo de lechuga registrados en la región San Martín.	25
--	----

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS.**

4.1. Ubicación del experimento.	27
4.2. Historia del campo experimental.	28
4.3. Características climáticas.	28
4.4. Vías de acceso.	28
4.5. Metodología utilizada en campo.	29
4.6. Conducción del experimento.	30
4.7. Observaciones registradas.	30
4.8. Metodología utilizada en laboratorio .	37

#### **V. RESULTADOS**

5.1. Manejo agronómico realizado por el agricultor.	42
5.2. Descripción de los síntomas observados de la enfermedad en campo.	46
5.3. Caracterización del fitopatógeno.	48
5.4. Prueba de patogenicidad.	49
5.5. Evaluación de incidencia y severidad.	51
5.6. Curva de progreso de la enfermedad.	59
5.7. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad.	62
5.8. Prueba de alimento envenenado.	64

## **VI. DISCUSIÓN**

<b>6.1. Manejo agronómico del agricultor.</b>	<b>68</b>
<b>6.2. Sintomatología de la enfermedad observada en campo.</b>	<b>72</b>
<b>6.3. Caracterización del fitopatógeno.</b>	<b>72</b>
<b>6.4. Prueba de patogenicidad.</b>	<b>73</b>
<b>6.5. Incidencia y severidad.</b>	<b>73</b>
<b>6.6. Prueba de alimento envenenado.</b>	<b>78</b>

<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
--------------------------	-----------

<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>81</b>
------------------------------	-----------

<b>IX. RESUMEN</b>	<b>82</b>
--------------------	-----------

<b>X. SUMMARY</b>	<b>83</b>
-------------------	-----------

<b>XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>84</b>
---------------------------------------	-----------

## **ANEXOS**





## DEDICATORIA

A mis padres, por todo el amor y  
esfuerzo que hicieron para lograr  
lo que soy ahora.



A mi asesor, Ing. Eybis José Flores García  
por la paciencia y el apoyo incondicional  
que tuvo con mi persona.

## INDICE DE CUADROS

CUADRO N°		PAG.
1	Fungicidas protectantes y sistémicos para el control de <i>Cercospora spp.</i>	26
2	Características físicas y químicas del campo experimental.	30
3	Escala de descripción de daño en cada grado de severidad.	32
4	Tratamiento de fungicidas, dosis y su modo de acción.	40
5	Características morfológicas y biométricas de <i>Cercospora sp</i> aislados de plantas de lechuga.	48
6	Datos obtenidos de la hoja de evaluación.	52
7	Porcentaje de hojas enfermas totales de cada uno de los grados de la enfermedad.	53
8	Información meteorológica por fecha de evaluación.	54
9	Resultados de los 3 modelos matemáticos epidemiológicos obtenidos bajo el Sistema de Análisis Estadístico.	59
10	Resultados de la Ecuación Linearizada a que fueron sometidos los datos de los 3 modelos matemáticos epidemiológicos.	60
11	Datos convertidos de PPI para desarrollar el gráfico del ABCPE.	62
12	Promedio del crecimiento del patógeno por tratamiento evaluado.	64



## INDICE DE FOTOS

FOTO N°		PAG.
1	Incorporación de gallinaza en campo.	42
2	Forma de aplicación de riego.	43
3	Deshije y recalce.	44
4	Plantación de lechuga luego de la fertilización nitrogenada.	45
5	Comparación de hojas enfermas y hojas sanas	47
6	Estructuras del patógeno <b><i>Cercospora sp</i></b> observado al microscopio.	49
7	Planta de lechuga mostrando síntomas después de 10 días de inoculadas con <b><i>Cercospora sp.</i></b>	50
8	Izquierda, plantas de lechuga inoculadas mostrando síntomas de la enfermedad; derecha, planta sana (testigo).	50
9	Escala de grados de severidad utilizada en campo.	51
10	Tratamientos Ao (Benomyl 50 WP 1 g/L), A1 (Benomyl 50 WP 1.5 g/L) + Testigo.	65
11	Tratamientos Bo (Mancozeb + Metalaxil 2 g/L), B1 (Mancozeb + Metalaxil 3 g/L) + Testigo.	65
12	Tratamientos Co (Tebuconazole 1 g/L), C1 (Tebuconazole 1.5 g/L) + Testigo.	66
13	Tratamientos Do (Tiofanate Metil + Thiram 2 g/L), D1 Tiofanate Metil + Thiram 3 g/L) + Testigo.	66
14	Tratamientos Eo (Carpropamid 1 g/L), E1 (Carpropamid 1.5 g/L)+ Testigo.	67
15	Tratamientos Fo (Triflumizole 2 g/L), F1 (Triflumizole 3 g/L) + Testigo.	67

## INDICE DE GRÁFICOS

### GRÁFICO N°

### PAG.

1	Porcentaje de hojas enfermas en cada uno de los grados de la enfermedad, comparada con los datos climatológicos..	55
2	Promedio ponderado de infección comparado con los datos climatológicos.	56
3	Incidencia y severidad comparado con los datos climatológicos.	57
4	Hojas por planta y hoja más joven afectada.	58
5	Curvas de progreso de la enfermedad de la mancha foliar ( <i>Cercospora sp</i> ).	61
6	Área bajo la curva de progreso de la enfermedad.	63

## I. INTRODUCCIÓN

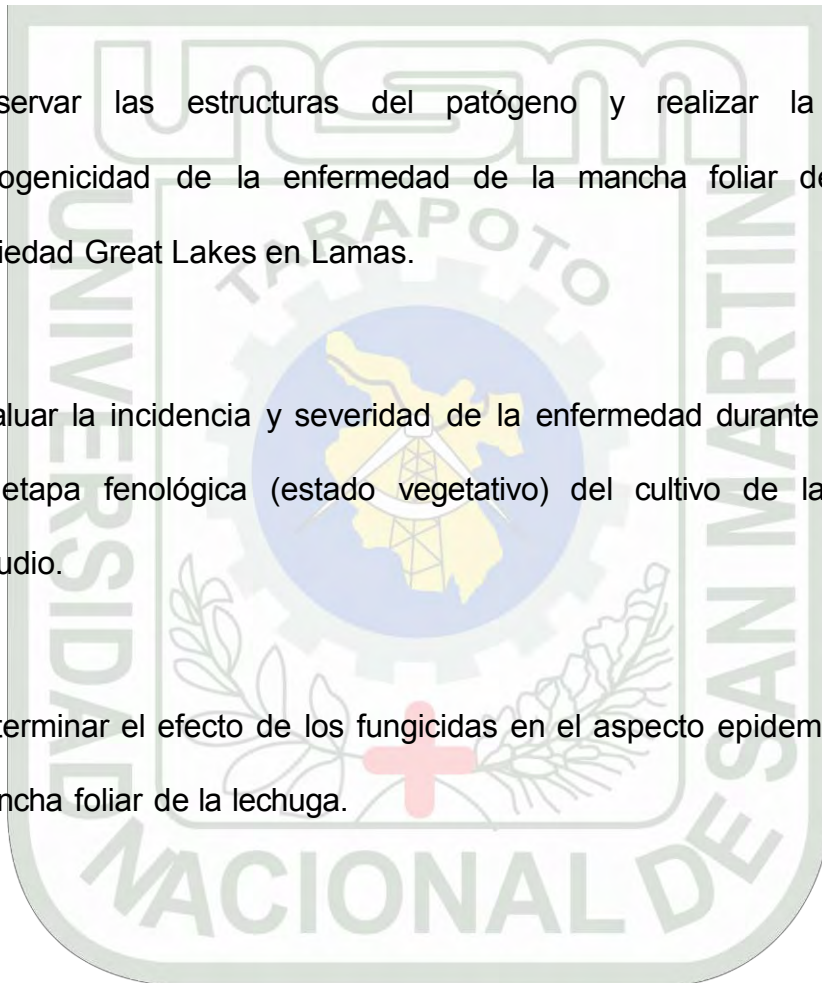
El cultivo de hortalizas se halla íntimamente relacionado con la historia de la humanidad, es así que muchos le consideran antes que una ciencia, como un arte antiguo y en el Perú, esta actividad está ligada a las labores cotidianas de nuestra población. La horticultura abarca un gran número de especies vegetales, considerando además de las hortalizas ó verduras tradicionales, a aquellas especies productoras de frutas, plantas medicinales y aquellas de carácter ornamental.

El cultivo de lechuga (***Lactuca sativa L.***), de conformidad con la demanda de la población en el Perú, se ha incrementado las áreas de producción. En la Región San Martín, las primeras plantaciones de este cultivo no mostraban problemas fitopatológicos importantes, pero por su intensa siembra sin rotación de cultivo, ha hecho que la incidencia de enfermedades se incremente en forma preocupante, tal es el caso de la mancha foliar causado por el hongo ***Cercospora sp.***, enfermedad que reduce el rendimiento y la calidad.

Para tomar decisiones del manejo de la enfermedad mancha foliar de la lechuga, evaluamos en el presente trabajo los aspectos epidemiológicos de la enfermedad, como hospedante, patógeno, medio ambiente y las prácticas culturales relacionadas con el tiempo.

## II. OBJETIVOS

- 2.1. Describir los síntomas de la enfermedad de la mancha foliar de la lechuga variedad Great Lakes.
- 2.2. Observar las estructuras del patógeno y realizar la prueba de patogenicidad de la enfermedad de la mancha foliar de la lechuga variedad Great Lakes en Lamas.
- 2.3. Evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad durante una parte de la etapa fenológica (estado vegetativo) del cultivo de la lechuga en estudio.
- 2.4. Determinar el efecto de los fungicidas en el aspecto epidemiológico de la mancha foliar de la lechuga.



### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. ORIGEN E HISTORIA.

Desde su domesticación, la lechuga se ha convertido en una planta para ensaladas. Como producto cultivado, la lechuga se originó en o alrededor de la cuenca mediterránea. La lechuga figuró entre las primeras hortalizas traídas al nuevo mundo por Cristóbal Colón. En 1494, Peter Martyr mencionó su presencia en la isla Isabela, lo que sugiere que había llegado en el segundo viaje del famoso explorador. Durante los primeros años de los Estados Unidos se cultivó una gran variedad de cultivares y tipos sin acogollar, principalmente en los huertos familiares y después en los huertos comerciales alrededor de las ciudades (**LORRENTE, 1997, MALLAR, 1978**).

En la primera parte del siglo XX se desarrolló la industria occidental del transporte, expandiéndose grandemente la popularidad y la variedad del cultivo. Es una planta anual que pertenece al grupo de hortalizas de hojas y peciolo comestibles (**AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY, 1997**).



### 3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Sub Familia: Cichorioideae

Tribu: Lactuceae

Género: ***Lactuca***

Especie: ***sativa*** (INFOAGRO, 2002).

### 3.3. VARIEDADES.

La lechuga presenta una gran diversidad genética ya que existen diferentes tipos de especies caracterizados por sus diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento en la planta, destacándose:

- a. **Beluga:** de cogollos apretados y densos, semejantes a la col; carece casi por completo de sabor, pero goza de amplio uso por su crujiente textura y la facilidad para cortarla finamente. Es la variedad más habitual en las regiones donde no se da naturalmente la lechuga, puesto que puede cultivarse en tanques hidropónicos.



**b. Romana:** de cogollo largo, con hojas aproximadamente lanceoladas, menos gruesas que las iceberg pero gruesas y crujientes. Se la conoce en España como oreja de mulo.

**c. Francesa:** de cogollo redondo, hojas finas y textura mantecosa; tiene un sabor delicado pero intenso. Se la conoce también como Boston.

**d. Batavia:** similar a la francesa, de cogollo suelto, hojas rizadas y textura mantecosa entre ella tenemos a la de hoja suelta (AGRONEGOCIOS, 2000; INFOAGRO, 2002).

#### 3.4. ASPECTOS BOTÁNICOS.

La raíz, es pivotante, corta (no sobrepasa los 25 cm. de profundidad) y con ramificaciones; mientras que las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio, en algunos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde; el limbo presenta bordes liso, ondulado o aserrado; el tallo, es cilíndrico y ramificado; las inflorescencias, son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos; tienen semillas provistas de un vilano plumoso, cuya capacidad germinativa es de 4 a 5 años, el ciclo productivo puede ser de 2 a 6 meses, dependiendo de las variedades y de su época de producción (AGRONEGOCIOS, 2000 y GARCÍA, 1984).

### 3.5. REQUERIMIENTOS EDAFO CLIMÁTICOS.

La planta se desarrolla mejor en clima templado fresco, pero requiere: temperatura óptima 15° C a 18° C, temperatura máxima 21° C – 24° C y temperatura mínima de 7° C; exige mucha luz, pues se ha comprobado que la escasez de ésta provoca formación de hojas delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas se sueltan; la semilla de lechuga necesita para germinar contenido de humedad en el suelo de 50 % sobre el porcentaje de marchitez permanente, y temperatura óptima de 20° C a 25° C., emergiendo las plántulas a los 4 a 5 días (**GARCÍA, 1984** y **LORRENTE, 1997**).

La humedad relativa que requiere el cultivo, para su desarrollo se encuentra entre los 60% a 80%, aunque en determinados momentos puede soportar menos del 60% (**AGRONEGOCIOS, 2000**).

La época de siembra de la lechuga es todo el año, si se dispone de riego; cuando es supeditado a periodos de lluvia se siembra: Febrero – Marzo y Octubre - Noviembre – Diciembre; crece en altitud comprendida entre 500 a 800 m.s.n.m, siendo ideal 600 m.s.n.m.; requiere de suelos mullidos, sueltos, con p.H óptimo de 6 a 7, es poco tolerante a la acidez y posee tolerancia intermedia a suelos alcalinos (**SOLORZANO, 1997**).

Sin embargo, esta hortaliza es adaptable a diferentes estructuras de suelos (arenosos, limosos, arcillosos), contemplando también los orgánicos; pero su mejor desarrollo se obtiene en suelos francos

arenosos con suficiente materia orgánica y buen drenaje (**GARCIA, 1984**).

### **3.6. MORFOLOGÍA DEL PATÓGENO *Cercospora* Y CICLO DE LA ENFERMEDAD.**

En condiciones de alta humedad las estructuras llamadas estromas se desarrollan dentro de las lesiones, que son los sitios donde favorecen la producción de inóculo, la enfermedad se disemina por esporas llamadas conidias, estas son producidas por estructuras especializadas llamadas conidióforos y éstas a su vez por lo estromas, la conidia germina desarrollando el tubo germinativo, esto penetra en las hojas del hospedante a través de los estomas (**FAX, 1999**).

### **3.7. SINTOMATOLOGÍA Y ETIOLOGÍA DE LA MANCHA FOLIAR.**

Las enfermedades causadas por *Cercospora spp* casi siempre son manchas foliares que se mantienen relativamente pequeñas ó que incluso pueden extenderse y coalescer dando como resultado tizones foliares, las cuales producen posteriormente marchitamiento, muerte y severa defoliación de la planta; las manchas foliares son pequeños, de color café, de un diámetro de 3 a 5 mm. e irregularmente circulares con márgenes de color púrpura rojizo. Más tarde su parte central adquiere un color gris ceniciento, se adelgaza y puede desprenderse dejando un hueco irregular, la enfermedad empieza sobre las hojas viejas y progresivamente avanza hacia las hojas jóvenes (**AGRIOS, 1995** y **LAMEY, 1996**).

Las condiciones climáticas óptimas para la infección de la mancha foliar son días con temperaturas de 24 a 32° C., noches con temperaturas por encima de los 16° C. y una humedad relativa mayor de 60%; se puede esperar epidemias severas cuando la humedad relativa permanece por encima de los 96% por 10 a 12 horas al día en un lapso de 3 a 5 días y si la temperatura permanece mayor 16° C; las esporas de la ***Cercospora*** son producidas fácilmente en temperaturas de 20 a 26° C. y humedad relativa de 90 a 100%, a temperaturas menores de 10° C no se forma (FAX, 1999).

Bajo condiciones favorables, los síntomas de la enfermedad pueden ocurrir a los 5 días de la infección, produciendo más esporas en los siguientes días, se extiende de planta a planta por la salpicadura de las gotas de lluvia, viento, agua de riego e insectos (FAX, 1999 y LAMEY, 1996).

### 3.8. SINTOMATOLOGÍA DE LA MANCHA FOLIAR CAUSADO POR *Cercospora longissima*.

***Cercospora longissima***, es la causante de pequeñas manchas húmedas localizadas en las hojas más viejas, pudiéndose extenderse a las hojas tiernas, son de color pardo y están rodeados por un halo verde pálido, en ambientes húmedos es de color gris pálido, se extiende y forman alteraciones parduzcas, circunscritas por las nerviaciones, son cubiertas por pelusa grisácea compuesta por numerosas fructificaciones del hongo.



La mayoría de las hojas basales presentan manchas de color marrón oscuro situados entre las nerviaciones y en la periferia del limbo, de formas irregulares, más o menos redondeadas a angulares cuando están delimitadas por las nerviaciones, circundadas por halo amarillo bastante delimitado y terminan confluyendo; los tejidos de algunas de ellas se desgarran. Las manchas, al principio húmedas, oscurecen rápidamente permaneciendo la zona central claro y en los tejidos necrotizados se pueden observar fácilmente conidióforos afilados, agrupados en racimos que llevan en su extremo conidias filiformes y pluricelulares (LOT and MAISONNEUYE, 2005).

### 3.9. ASPECTOS TAXONÓMICOS.

Las especies de *Mycosphaerella* han sido conectadas a estados conidiales referidos a las clases Hiphomycetes y Coelomycetes, de los hongos Mitospóricos. Estos estados pueden separarse en 3 grupos:

- a) Anamorfos Coelomicetos perteneciente a los géneros *Ascochita* lib; *Phleoespora* wallr, *Phoma* sacc y *Septoria* sacc.
- b) Anamorfos hifomicetos del grupo *Cladosporium* y afines.
- c) Anamorfos hifomicetos del complejo *Cercospora* (*Cercospora* fresen, *Cercosporella* sacc, *Mycovellosiella* Rangel, *Paracercospora* deighton, *Passalora* fr, *Phaeoisariopsis* ferraris, *Pseudocercospora* speg, *Pseudocercosporella* deighton y *Ramularia* sacc.) (PONS, 1990).

Información existente acerca de los aspectos más relevantes de la taxonomía de los hongos pertenecientes al complejo ***Cercospora***, enfatizan la importancia de la morfología de las cicatrices exhibidas por los ápices de las células conidiógenos y las bases de conidias después de la liberación, para circunscribir los géneros dentro de este grupo. Así mismo presenta interpretaciones diagramáticas de esos aspectos en hongos referidos a los géneros ***Cercosporella***, ***Cercosporidium***, ***Pseudocercospora***, ***Pseudocercosporella***, ***Pseudocercosporidium*** y ***Paracercospora***. Dichas características citadas y diagramadas se pueden separar en 3 grupos:

- a) Cicatrices engrosadas y pigmentadas (***Cercospora***, ***Cercosporidium***, ***Mycovellosiella***, ***Paracercospora***, ***Phaeoramularia***).
- b) Cicatrices engrosadas y no pigmentadas (***Cercosporella***, ***Pseudocercosporidium***).
- c) Cicatrices no engrosadas (***Pseudocercospora***, ***Pseudocercosporella***).



La investigación estructural de estos aspectos es fundamental para obtener información que permita: a) La interpretación correcta de esa morfología, b) La circunscripción adecuada de las entidades taxonómicas dentro del complejo de ***Cercospora*** y c) La correlación de observaciones que avalen los exámenes de rutina utilizando microscopio de luz (HANLEN, 1989).

El género ***Cercospora*** presenta colonias efusas, mostrando micelio inmerso mayormente. Estroma a menudo presente pero no grande, cepas e hyphopodia ausentes. Conidióforos macronematosos, mononematosos, estrechos y flexuosos, algunas veces geniculadas, no ramificados ó raramente ramificados. De color marrón oliváceo ó marrón, cerca del ápice pálido, liso. Células de conidiógenos integrados terminales, poliblasticos, simpoidal, cilíndricos, cicatrizados, con cicatrices generalmente conspicuas. Conidia solitaria, acropleurogenas, simples, oclavadas ó sublate coloreadas, pálidas pluriceptadas lisas (ELLIS, 1971 y 1976).

Más de 200 nombres de especies están atribuidos a ***Cercospora*** y están tradicionalmente descritas por patologistas y micologistas de plantas. Algunas nuevas especies de ***Cercospora*** frecuentemente están escritas sobre plantas hospedantes para el primer periodo. Jonson y Velleau aislaron especies de ***Cercospora*** de 28 diferentes plantas hospedantes en 16 familias, morfológicamente y culturalmente todas ellas parecen pertenecer a una misma especie. Numerosos sucesos fueron llevados a cabo mientras otros están demostrados que varían grandemente en la

forma de su conidióforo y conidia introducidas por el cambio de las condiciones especialmente la humedad.

Las especies ***Cercospora*** son frecuentemente parásitos poco convenientes sobre tejidos muertos, en proceso de destrucción ó en plantas fisiológicamente enfermas (**HANLEN, 1990**).

#### **Clasificación taxonómica de *Cercospora longissima*:**

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota.

Clase: Dothideomycetes.

Sub Clase: Dothideomycetidae.

Orden: Capnodiales

Familia: Mycosphaerellaceae

Género: ***Cercospora***

Especie: ***longissima***

#### **3.9.1 Características morfológicas y biométricas de *Cercospora longissima*.**

Las conidias son hialinas y cilíndricas a obclavada, base truncada a obconicalmente y ápice obtuso que va disminuyendo gradualmente. 11 a 170 u. (micras) en longitud con un promedio

basal y ancho de 7.5 y 3.8u. (micras), respectivamente. Las conidias son producidas sobre ramificaciones llamadas conidióforos de color marrón oliváceo que se levantan desde el estroma. La germinación de las esporas ocurre solamente cuando existe humedad en el ambiente y sobre hojas húmedas, requiriendo para una penetración satisfactoria mayor a 24 horas en estas condiciones. También se han reportado que bajo condiciones de temperatura de 15 – 20° C. y 30° C. , el periodo de incubación es de 7.5 y 5 días respectivamente (**NAQRI, 2004**).

### **3.10. CONCEPTOS BÁSICOS DE EPIDEMIOLOGÍA.**

La epidemiología se refiere al estudio del desarrollo de enfermedades en estas poblaciones. Sin embargo, estos términos todavía son técnicamente inexactos y a veces se confunden debido a su uso común. "La epidemia" se usa frecuentemente en tales expresiones como "proporciones epidémicas" para significar un nivel alto de enfermedad. "La epidemia" también se usa usualmente para denotar un desarrollo de enfermedad súbito y rápido o extendido, implicando que si el desarrollo es lento o es limitado en espacio, no hay una epidemia (**ZADOCS, and SCHEIN, 1979**).

#### **3.10.1. Progreso de la enfermedad.**

Las enfermedades en las plantas comúnmente comienzan a un nivel bajo (un número pequeño de plantas afectadas y una

cantidad pequeña del tejido vegetal afectado) y llegan a ser de interés para nosotros solamente cuando su incidencia y severidad aumenta con el tiempo. Cuando miramos en la literatura algunos ejemplos de epidemias de enfermedades en las plantas, no solamente notamos que la incidencia y la severidad comienzan cerca de cero y luego aumentan dramáticamente, pero también podemos discernir algunos modelos distintos de desarrollo con tiempo (**ZADOCS, and SCHEIN, 1979**).

Obviamente la enfermedad no puede continuar en aumento para siempre y cuando el nivel de enfermedad acerca 100%, la curva del progreso de enfermedad gradualmente aplanada. Por ejemplo, en epidemias tal como la infección del frijol por *Sclerotium rolfsii* o la infección del tabaco por *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*, el progreso de enfermedad comienza aproximadamente lineal, pero se reduce la velocidad del progreso cuando la enfermedad acerca un máximo (**ZADOCS, and SCHEIN, 1979**).

Asimismo, las curvas del progreso de enfermedad de *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* en el ballico y *Pyrenophora teres* f. sp. *teres* en la cebada aparezcan exponencial al primero, pero con tiempo la incidencia y severidad de enfermedad acerca 100% y la tasa del progreso de enfermedad gradualmente



disminuye a cero, dando ambas curvas una forma algo sigmoide  
(**ZADOCS, and SCHEIN, 1979**).

Por su supuesto, no todos los ejemplos del progreso de enfermedad pueden ser tan fácilmente categorizados como estos, pero por lo general las fitoepidemias tienden a ser más o menos lineal o exponencial en los primeros días y luego tienden a aplanar cuando acercan algún límite. El impacto de las enfermedades y las pérdidas que ocasionan son funciones del progreso de enfermedad. Para reducir este impacto, no tenemos que eliminar la enfermedad; meramente tenemos que mantener el desarrollo de enfermedad debajo de algún nivel aceptable  
(**ZADOCS, and SCHEIN, 1979**).

Por lo tanto, tenemos que entender en términos cuantitativos el progreso de enfermedad y los factores que lo influyen. También tenemos que saber qué tipos de enfermedades producen fitoepidemias lineales y qué factores afectan la inclinación de la línea (la tasa del progreso de enfermedad). Asimismo, tenemos que saber qué tipos de enfermedades tienden a producir progreso exponencial y cómo podemos reducir el nivel inicial de enfermedad y la tasa de desarrollo de la epidemia. Finalmente, tenemos que saber por qué las epidemias a veces aplanan y qué impone límites a su desarrollo (**ZADOCS, and SCHEIN, 1979**).

### 3.10.2. Naturaleza cíclica de la enfermedad.

Las fitoepidemias son fenómenos cíclicos, es decir, consisten de ciclos repetidos del desarrollo del patógeno en relación al hospedero. El inóculo, que puede consistir de esporas fungosas, células bacteriológicas, larvas de nematodos, virus dentro de un vector de áfido, o algunos otros propágulos de un patógeno, gana entrada y establecimiento dentro de los tejidos del huésped mediante el proceso de infección. El patógeno se desarrolla dentro del huésped y eventualmente comienza a producir el inóculo nuevo, que, en su tiempo, puede dispersarse a nuevos sitios susceptibles para iniciar nuevas infecciones (VANDERPLANK, 1963).

Los patógenos que producen un solo ciclo de desarrollo (un ciclo de infección) por ciclo del cultivo se llaman monocíclicos, mientras que los patógenos que producen más de un ciclo de infección por ciclo del cultivo se llaman policíclicos (VANDERPLANK, 1963).

Generalmente en climas templados hay sólo un ciclo del cultivo al año. Entonces los términos "monocíclicos" y "policíclicos" son con base del número de ciclos al año. Sin embargo, en los climas tropicales o subtropicales, puede haber más de un ciclo de cultivo al año y es importante para recordar que "monocíclico" y "policíclico" son con base en un solo ciclo de cultivo. Estos



mismos términos se usan para describir las epidemias así como también los patógenos, por lo tanto frecuentemente hablamos de una "epidemia monocíclica" o una "epidemia policíclica" (**VANDERPLANK, 1963**).

Para algunas enfermedades es importante considerar una epidemia durante un período de varias temporadas. Esto es particularmente cierto para las plantas perennes (forrajea, pastorea, céspedes, frutales, bosques, etc.) o para cultivos anuales que se producen en monocultivo año tras año (**VANDERPLANK, 1963**).

En estas situaciones el inóculo producido en una temporada se conserva a la próxima y puede producir una acumulación progresiva de inóculo durante un período de años. En los trópicos no hay pausas bien definidas entre las temporadas tales como encontramos en las zonas templadas y las epidemias pueden ser virtualmente continuas durante períodos de muchos años en cultivos como plátanos, café, y los árboles de goma. Referimos a estas epidemias como poliéticas, sin considerar si el patógeno es monocíclico o policíclico dentro de cada temporada (**VANDERPLANK, 1963**).

**a) Epidemias Monocíclicas.**

Son epidemias que progresan más o menos de modo lineal o son lineales al comienzo. Por lo general, hay tres de tipos de enfermedades en las plantas que tienden a producir un solo ciclo de infección por ciclo del cultivo: (1) las enfermedades de postcosecha, (2) las enfermedades ocasionadas por patógenos de origen en el suelo, y (3) las royas microcíclicas (**VANDERPLANK, 1963**).

**b) Epidemias Policíclicas.**

Para ser considerada como una epidemia policíclica, debe tener ciclos de infección completa y repetida, es decir, la infección debe ser seguida por el desarrollo del patógeno, la producción de inóculo nuevo, la dispersión del inóculo a nuevos sitios susceptibles y finalmente nuevas infecciones, todo dentro de un solo ciclo del cultivo (**VANDERPLANK, 1963**).

Un ejemplo bueno es el tizón tardío de la papa, donde un solo ciclo de infección, desarrollo de las lesiones, esporulación, dispersión de los esporangios e infecciones nuevas pueden ocurrir dentro de cinco días y muchos ciclos superpuestos ocurren simultáneamente durante períodos de tiempo favorable. Cada ciclo puede aumentar más de diez veces el número de esporangios que

aterrizan sobre sitios susceptibles, que resulta en epidemias explosivas (**VANDERPLANK, 1963**).

### **3.11. MODELOS MATEMÁTICOS EPIDEMIOLÓGICOS.**

Cinco modelos son considerados en esta sección: Exponencial, Monomolecular, Logístico, Gompertz y Log – Logístico. Los primeros tres modelos fueron formulados para analizar curvas de progreso de enfermedades (**VANDERPLANK, 1963**). Alguno de los modelos fue desarrollado específicamente para aplicar en patología de plantas y otras para interpretaciones biológicas para las variables y parámetros del modelo (**LAURENCE, and LEE, 1990**).

La proporción de plantas enfermas (incidencia o severidad) es una simple media del progreso o desarrollo de una enfermedad durante el curso de una epidemia. Una descripción completa y un análisis certero del proceso dinámico de incremento de una enfermedad en el tiempo, es necesario para comparar epifitias. Los modelos de crecimiento Monomolecular, Logístico y Gompertz, han sido frecuentemente utilizados para estudiar. Vanderplank fue pionero en establecer modelos matemáticos como herramientas para análisis epidemiológicos (**FARRERA, 1994**).

El propone el uso de la transformación logística para enfermedades polocíclicas ó de interés compuesto y monomolecular para enfermedades monocíclicas ó de interés simple. La epifitia es entonces caracterizada por

un asociado valor “r” ó tasa de infección, corregida o no para crecimiento de hospedero. Muchos autores han utilizado también otras funciones tales como Gompertz, Weibull y Richards para comparar. A pesar de las controversias que pudieran existir sobre la bondad de un modelo en particular, existe un consenso general en no adoptar una transformación específica hasta que las curvas de progreso de la enfermedad hayan sido evaluadas, especialmente en la manera como estos modelos o funciones ajusten los datos primarios (**FARRERA, 1994**).

Frecuentemente, el valor asintótico de la curva de progreso de la enfermedad es fijado a 1 (100% de incidencia ó severidad), basándose en el supuesto de que todo el área ó unidades de hospedantes son afectadas por la enfermedad. Sin embargo, la máxima incidencia ó severidad de una enfermedad en particular, es el resultado de las interacciones entre hospedante, patógeno y ambiente generalmente se aproxima a un valor asintótico menor que 1. En este caso las curvas de desarrollo de enfermedades no pueden ser ajustadas correctamente por cualquier función con un valor asintótico igual a 1 (**FARRERA, 1994**).

La importancia en determinar valores asintóticos correctos, ha sido notada por varios investigadores. Kushalappa & Ludwing trabajando con la roya del cafeto, sugieren una corrección para el valor asintótico. Ellos calculan la tasa de crecimiento intrínseca de la curva de progreso de la enfermedad, utilizando la proporción de área enferma, como una proporción de la masa ó densidad del hospedero la cual a su vez es



corregida por un factor ( $Y_t/Y_{\max}$ ), que permite representar la proporción de enfermedad como una proporción del valor asintótico (**FARRERA, 1994**).

A continuación se describen algunos modelos:

- a) **Exponencial.**- Es uno de los modelos simples y es conocido generalmente como modelo exponencial. (**VANDERPLANK, 1963**), también se refirió a este modelo llamándolo modelo Logarítmico. Fue usado para predicción de incremento de población de la humanidad. El modelo puede ser descrito como:

$\frac{dy}{dt} = rY$ , donde  $rY$  es la tasa absoluta del grado en “ $y$ ” relativo para el nivel “ $y$ ”.

Y su ecuación linearizada es:  $\ln(y) = \ln(y_0) + rEt$ .

- b) **Monomolecular.**- Este modelo es el más importante para analizar los periodos de progreso de enfermedades porque se acerca a la descripción de muchas epidemias. Fue propuesto por Verhulst en 1838 para describir el desarrollo de población de humanos (**VANDERPLANK, 1963**). La ecuación diferencial para el modelo logístico puede ser escrito como:

$\frac{dy}{dt} = rL y (1 - y)$

$dt$

c) **Gompertz.-** Gompertz en 1825 propuso un modelo de desarrollo para poblaciones de animales. En Phytopatology, Analytis en 1973 comparó el modelo Gompertz a un rango de modelo de desarrollo para describir la curva de progreso de la enfermedad y Berger en 1981 reiteró convenientemente el modelo Gompertz y Logístico para describir 113 epidemias de enfermedades de plantas en 9 patosistemas vegetales (**VANDERPLANK, 1963**). La ecuación diferencial puede ser escrita como:

$$\frac{dy}{dt} = rG y \{ \ln(1) - \ln(y) \}$$

Y la ecuación linealizada es:  $-\ln \{ -\ln(y) \} = -\ln \{ -\ln(y_0) \} + rGt$

### 3.12. ANTECEDENTES SOBRE EL CONTROL DE LA MANCHA FOLIAR CAUSADO POR *Cercospora spp.*

Para el control de la enfermedad del tizón de la hoja causado por el hongo ***Cercospora carotae*** en el cultivo de zanahoria, se reporta que es necesario usar semillas libre de enfermedad ó tratar las semillas con fungicidas antes de la plantación. En terrenos donde anteriormente tuvieron problemas con esta enfermedad, es necesario iniciar la aplicación de fungicidas cuando las condiciones son adecuadas para el desarrollo de la enfermedad ó cuando la enfermedad es detectado (**DAVIS, and LAEMMLEN, 1999**).



Por otro lado, la mancha foliar causado por ***Cercospora beticola***, uno de los mayores problemas fitosanitarios en caña de azúcar, recomiendan para su control la rotación de cultivos con plantas no hospedantes de esta enfermedad con un periodo mínimo de 2 a 3 años. Puesto que las esporas del hongo pueden ser transportados algunas distancias por el viento, es necesario no hacer plantaciones cercanas al terreno que está ó estuvo en problemas el año pasado (menos de 90 m.). Además es importante enterrar los desechos de los cultivos ya que ayudan a reducir la supervivencia del inóculo y su dispersión. En áreas donde la enfermedad prevalece, se recomienda hacer plantaciones con variedades resistentes a ***Cercospora*** (FAX, 1999 y LAMEY, 1996).

Trabajos de investigación realizados en el cultivo de tabaco para el control de ***Cercospora nicotianae***, recomiendan aplicaciones de Benomyl al 0,06% a los 17 y 47 días después del transplante de los lechuginos; El uso de fungicidas sistémicos: Benomyl y Tebuconazole, en mezcla con fungicidas de contacto: Mancozeb y Metiram, y así como la aplicación de Maneb al 0,3% (Manzate, 30 g. en 10 L. de agua) cada 15 días para evitar la pérdida de la calidad de la hoja (BARTRA, 1998, FLEIDER, 1998 y YARINGAÑO, 1975).

En Panamá se comprobó que las aplicaciones bisemanales de Maneb, Zineb, ó Ziram controlan la enfermedad. También menciona que en el año 1948, Van Der Lam informó que el antibiótico Gliotoxina resultaba un

buen fungistático contra este patógeno sin aparente efecto perjudicial del follaje (**LUCAS, 1965**).

Para el control químico de ***Cercospora spp*** se registra a menudo 3 tipos de fungicidas:

**a) Fungicidas de Contacto ó Protectores.-** Son aquellos productos que al aplicarse no penetran en el tejido foliar, actuando sobre la superficie de la hoja para prevenir la infección, no curan las infecciones establecidas.

Es esencial que los fungicidas protectantes estén sobre las hojas antes de las lluvias, este fungicida no es fácilmente lavado después de terminar de secar. El modo de acción de estos productos generalmente es de multisitio, un proceso bajo control multigénico, es decir, que actúan en diferentes procesos metabólicos vitales para la vida del hongo, por lo que la probabilidad de obtener resistencia del hongo a estos fungicidas es bastante baja. En general, los fungicidas protectantes afectan el metabolismo de las proteínas, bloquean la oxidación de ácidos grasos, afectan la producción de energía/ATP y bloquean la enzima deshidrogenasa. (**AGRIOS, 1988** y **LORRENTE, 1997**).

**b) Fungicidas de Acción Sistémica Local.-** Es un grupo intermedio de fungicidas, las cuales penetran a las hojas, pero son traslocados al

resto de la planta. Su modo de acción se ubica en los inhibidores de la biosíntesis del ergosterol.

**c) Fungicidas Sistémicos.-** Estos productos tienen propiedades terapéuticas y efecto prolongado ya que penetran en las hojas y pueden movilizarse a otros tejidos, dentro de la misma hoja ó hacia otras partes de la planta. Son fungicidas muy específicos que generalmente actúan en un solo paso en la fisiología del patógeno (monositio), lo que incrementa la posibilidad de generar resistencia del hongo a estos productos. En la actualidad se cuenta con 4 familias químicas dentro de este grupo de fungicidas: Benzimidazoles, Triazoles, Pirimidinas y recientemente las Estrobirulinas. (WASHINGTON, 1997 y YARINGAÑO, 1975.).

### **3.13. ÁREA DE CULTIVO LECHUGA REGISTRADOS EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN.**

De acuerdo al último censo nacional agropecuario se registraron hasta el año de 1994: 1.55 Ha., las cuales se encuentran distribuidas en:

Rioja : 500 metros cuadrados.

San Martín : 01 Ha.

Tocache : 0,5 Ha.

(Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1995).

“No existe información registrada en la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura, sin embargo, se estima que en la actualidad, el

área de cultivo se ha incrementado, principalmente en la provincia de Lamas Y San Martín”.

**Cuadro 1:** Fungicidas protectantes y sistémicos registrados para el control de *Cercospora spp.*

NOMBRE	DOSIS CANTIDAD/ 5 HA.		FRECUENCIA DE APLICACION	INSTRUCCIONES ADICIONALES
	BAJA	ALTA		
BENOMYL 50	113 g.	227 g.	7 – 14 días	Iniciar la aplicación a los Primeros síntomas de la enfermedad.
CLOROTALONIL 54	1,1 L.	1,7 L.	7 días	Acoratar el intervalo de fumigación bajo condiciones Severas de enfermedad. No Tratar áreas de pastura.
MANCOZEB 75, 80	907 g.	1361 g.	7 – 10 días	No exceder los 8 Kg.de ingrediente activo por cosecha
MANCOZEB 37	1,8 L.	2,7 L.	7 – 10 días	Cubrir ambas superficies De la hoja, no exceder los 2,0 L. por campaña.
MANEB 37 MANEB 80	1,4 L 454 g.	3,0 L 907 g.	7 – 10 días	No exceder los 6 Kg. de ingrediente activo por cosecha.
MANEB + ZINC	1,4 L.	1,8 L.	7 – 10 días	No exceder los 6 Kg. de Ingrediente activo por Cosecha
METALAXIL + CLOROTALONIL 9% : 72%	907 g.	1361 g.	10 -14 días	Bajo periodo de infección severa, aplicar otros productos autorizados con Un límite de 4 fumigaciones.
THIRAM 50 WP	227 ml. en 45 Kg. de semilla.			Tratar sólo lo suficiente para uso inmediato. No almacenar la semilla en exceso antes del tiempo de plantación
HIDRÓXIDO DE COBRE	454 g.	907 g.	7 – 14 días	

Fuente: El Ingeniero Agrónomo, 1995/1996; LAMEY, 1996 y FLEIDER, 1998).



## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en 2 fases: la primera se realizó en el campo que está ubicado en la provincia de Lamas, departamento de San Martín, específicamente en el fundo La Esperanza; y la segunda se desarrolló en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

#### 4.1.1. Ubicación geográfica del campo experimental

Latitud : 06° 20' 15''  
Longitud oeste : 76° 30' 5''  
Altitud : 920 m.s.n.m.

#### 4.1.2. Ubicación política del campo experimental

Departamento : San Martín.  
Provincia : Lamas.  
Distrito : Lamas.  
Sector : Romeroyacu.



#### 4.2. HISTORIA DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El terreno en donde se realizó el trabajo de investigación estuvo cultivado a partir del año 1995 con las siguientes hortalizas: Repollo (*Brassica spp*), Tomate (*Lycopersicum sculentum L.*), Rabanito (*Raphanus sativum*), Cebolla china (*Allium fistulosum*), culantro (*Coriandrum sativum*) y Lechuga (*Lactuca sativa L.*), las cuales han venido siendo manejadas en parcelas de 150 metros cuadrados en promedio. Desde el año 1997 el cultivo de lechuga ha venido sufriendo el ataque de la enfermedad de la mancha foliar, cuya severidad se vio incrementada año tras año.

#### 4.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

Ecológicamente el área de trabajo se encuentra en la zona de vida bosque seco tropical (bs -T) en la selva del Perú. Presenta una temperatura media anual de 24° C. y precipitación anual promedio de 1200 mm (HOLDRIDGE, 1970).

#### 4.4. VÍAS DE ACCESO.

La vía de acceso se ubica a 10 Km. de la carretera marginal norte Tarapoto – Moyobamba, en donde se ingresa a la carretera que nos conduce a la ciudad de Lamas, la misma que está ubicado a 20 Km. de la ciudad de Tarapoto.

#### 4.5. METODOLOGÍA UTILIZADA EN CAMPO.

En el presente trabajo de investigación se utilizó el método de Análisis Espacial de Muestras de Plantas Enfermas basado sobre Cuadrados ó Parcelas. Para la evaluación de la incidencia y la severidad se empleó el Método de Stover modificado por Gauhl; Con respecto a la curva de progreso de la enfermedad, se utilizó los modelos matemáticos epidemiológicos Logístico, Monomolecular y Gompertz (métodos de evaluación que se utilizan para seguimiento y evaluaciones epidemiológicas en fitopatología).

##### a. Características del campo experimental.

###### **Campo Experimental**

Área Total	:	150 metros cuadrados
Largo	:	30 metros.
Ancho	:	5 metros.
Nº Parcelas	:	4

###### **Parcelas**

Área Total	:	37,5 metros cuadrados.
Largo	:	7,5 metros.
Ancho	:	5,0 metros.

**Cuadro 2: Características Físicas y Químicas del Campo Experimental.**

C. E = 0,78 mmhos		ANÁLISIS MECÁNICO			
DENSIDAD APARENTE = 1,50		ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	FRANCO ARENOSO
		81,2	10,8	8,0	
PH	P ppm.	K Meq/100 g.	M. O %	Ca. + Mg Meq/100 g.	CIC Meq/100 g.
6,16	50,0	0,41	4,35	10,0	10,41

Fuente: Laboratorio de Suelos – Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Análisis realizado en Octubre del año 1999.

#### **4.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.**

La instalación del experimento se realizó el 25 de Octubre de 1999. Se evaluaron 4 parcelas de cultivo de lechuga variedad Great Lakes, en las cuales se realizó un seguimiento de las labores agrícolas que realizó el agricultor, así mismo se evaluó la sintomatología, incidencia y severidad de la enfermedad de la mancha foliar.

#### **4.7. OBSERVACIONES REGISTRADAS.**

##### **4.7.1. Manejo agronómico realizado por el agricultor.**

Se registró todas las labores agronómicas que realizó el agricultor, describiendo detalladamente cada labor, se consideró el tipo de suelo, clima, materia orgánica existente en el terreno, así mismo se tuvo en cuenta el estado fenológico del cultivo.

#### **4.7.2. Observación y descripción de los síntomas de la enfermedad.**

Se observó detenidamente todas las plantas enfermas y se describió las alteraciones morfológicas que se desarrollaron en la parte foliar de la planta como: marchitez, defoliación, amarillamiento, crecimiento anormal.

#### **4.7.3. Evaluación de la Incidencia y Severidad.**

La evaluación de la incidencia y la severidad se realizó utilizando el método de Stover modificado por Gauhl (**PONS, 1990**), la cual se basa en la cuantificación del estado de desarrollo de la enfermedad, según los síntomas que causa en las plantas afectadas (tipo y número de lesiones, número de hojas afectadas, porcentaje de área foliar afectada y hoja más joven infectada). El sistema consiste en una estimación visual del área foliar afectada en todas las hojas de las plantas evaluadas. Para las evaluaciones se consideraron los 6 grados que incluye la escala de Stover modificado por Gauhl.



**Cuadro 3: Escala de descripción del daño en cada Grado de Severidad.**

GRADO	DESCRIPCIÓN DEL DAÑO EN LA HOJA
1	Hasta 10 manchas por hoja.
2	Menos del 5% de área foliar enferma.
3	De 6% – 15% de área foliar enferma.
4	De 16% - 33% de área foliar enferma.
5	De 34% - 50% de área foliar enferma.
6	Más del 50% de área foliar enferma.

Fuente: PONS, 1990.

**a. Método y frecuencia de muestreo:**

El método de muestreo empleado fue el randomizado sistemático; así mismo la frecuencia de muestreo se desarrolló cada 5 días, dicho muestreo se inició a los 9 días después de la siembra.

En cada parcela de evaluación se delimitó un área de 4 metros cuadrados (Anexo 1), lugar donde se seleccionó al azar 15 plantas, tomando en cuenta todas las hojas presentes en la planta, con excepción de las hojas agobiadas ó dobladas. Se enumeraron las hojas de cada planta de arriba hacia abajo (Anexo 2). Todos los datos obtenidos fueron anotados en la hoja de evaluación que se muestra en el Anexo 3.



#### 4.7.4. Variables Evaluadas Generados por Este Método.

##### a. Hojas por planta (H/P).

Para la obtención de número de hojas por planta se contabilizó el total de hojas y se dividió por el número de plantas evaluadas. El número de hojas por planta se extrajo de la última hoja evaluada en cada planta.

##### b. Hoja más joven afectada (HMJA).

Para el cálculo de la hoja más joven afectada se sacó el promedio de las hojas más jóvenes que mostraron síntomas visibles de ***Cercosporiosis***. Para esto se sumó el total del valor de la HMJA. en cada planta y se dividió entre el número de plantas evaluadas.

##### c. Porcentaje de hojas enfermas totales de cada uno de los grados de la enfermedad.

Se contabilizó el número de hojas en cada grado, se dividió entre el número total de hojas y se multiplicó por 100:

$$\% \text{ Hojas con Grado N} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Hojas con Grado N}}{\text{Total de Hojas Evaluadas}} \times 100$$

Total de Hojas Evaluadas

**d. Porcentaje total de hojas enfermas (Severidad).**

Se obtuvo sumando el valor de todos los grados (del 1 al 6).

**% Hojas Totales Enfermas =** Suma % Hojas en cada Grado.

**e. Promedio ponderado de infección (PPI).**

Se multiplicó el porcentaje de hojas de cada grado por el correspondiente valor del grado en la escala de Stover modificado por Gauhl. Cada resultado se sumó y el total se dividió entre 100.

$$\text{PPI} = \frac{\text{Suma (\% hojas en cada grado} \times \text{grado respectivo)}}{100}$$

**f. Incidencia.**

Se contabilizó el número de plantas evaluadas que presentaron algún grado de la enfermedad y se dividió por el total de plantas evaluadas:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Nº de plantas con grados de enfermedad}}{\text{Total de plantas evaluadas}} \times 100$$

**g. Curva de progreso de la enfermedad.**

Para realizar la curva de progreso de la enfermedad, los datos obtenidos de severidad fueron sometidos a los 3 modelos

matemáticos epidemiológicos, a través del sistema de análisis estadístico (S.A.S.).

$$L = \text{LOG} \{Y/(1 - Y)\} \quad (\text{Logístico})$$

$$M = \text{LOG} \{1/(1 - Y)\} \quad (\text{Monomolecular})$$

$$G = \text{LOG} \{1/\text{LOG} (1/Y)\} \quad (\text{Gompertz})$$

Los resultados obtenidos del S.A.S. de acuerdo a cada modelo epidemiológico, fueron sometidos a la Ecuación Linearizada, para de esta manera, con los valores que resulten de la ecuación, realizar el gráfico de la curva de progreso de la enfermedad de la mancha foliar causado por el hongo ***Cercospora sp.*** en el cultivo de lechuga:

$$\ln \{1/(1 - Y)\} = \ln \{1/(1 - Y_0)\} + r_m t$$

Donde:  $r_m$  = Tasa absoluta de la infección.

$t$  = Tiempo.

$Y$  = Severidad del día 1

$Y_0$  = Severidad del día 2

En función a estos gráficos se evaluó qué modelo matemático epidemiológico explica el desarrollo de la enfermedad en forma clara y real.

#### **h. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad.**

Con los datos obtenidos del Promedio Ponderado de Infección por fecha de evaluación, se realizó los cálculos para realizar el área bajo la curva de progreso de la enfermedad, utilizando

para ello la siguiente fórmula:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i + Y_{i+1}) (T_{i+1} - T_i)$$

Donde:

$Y_i$  = Promedio ponderado de infección de la primera evaluación.

$Y_{i+1}$  = Promedio ponderado de infección de la segunda evaluación.

$T_i$  = Días después de la siembra de la primera evaluación.

$T_{i+1}$  = Días después de la siembra de la segunda evaluación.

#### **i. Observaciones meteorológicas.**

Durante el periodo de evaluación en campo se registraron los datos meteorológicos. Para esto se solicitó la colaboración del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI, Lamas.

#### **4.8. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LABORATORIO.**

En las pruebas realizadas en laboratorio no se utilizó ningún diseño experimental estadístico debido a que son evaluaciones de observación y medición exacta.

##### **4.8.1. Colección de muestras enfermas.**

La toma de muestras se hicieron en el campo hortícola en evaluación ubicado en el fundo La Esperanza, sector Romeroyacu, distrito de Lamas, para ello se tomaron muestras de hojas que presentaban alguna sintomatología de la enfermedad de la mancha foliar.

##### **4.8.2. Transporte de muestras.**

Las muestras obtenidas fueron colocadas en una bolsa de papel de despacho debidamente identificado e introducido a una bolsa de plástico.

##### **4.8.3. Cámara húmeda.**

Se preparó utilizando placas de petri previamente esterilizadas, en cuya parte interna y al fondo se colocó papel toalla la que fue humedecida con agua destilada. Sobre esto se ubicó una lámina porta objeto y encima de este se colocó la muestra enferma.



#### **4.8.4. Preparación de medio de cultivo.**

Se colocó 200 gramos de papa sin pelar en un frasco con 500 ml. de agua en un microondas por un lapso de 5 minutos, junto a 20 gramos de Agar en 500 ml. de agua en un segundo frasco. Filtrado el caldo de papa a través de un paño en el agar fundido, se agregó 20 gramos de glucosa (dextrosa), extracto de hoja de lechuga y se aumentó un poco de agua hasta completar 1000 ml. Finalmente se llevó nuevamente al microondas para su esterilización.

#### **4.8.5. Aislamiento del fitopatógeno.**

Utilizando una pinza esterilizada se trasladó las partes de tejidos que mostraron sintomatología de la enfermedad, a las placas de petri conteniendo el medio de cultivo esterilizado PDAL (papa dextrosa agar lechuga), aun distanciamiento mínimo de 4 veces la dimensión de éstas. Luego se selló las placas de petri con un plástico para evitar la contaminación, previamente etiquetadas. Se guardaron en una sala de incubación a una temperatura entre 14 y 28°C.

#### **4.8.6. Purificación.**

Se empleó una pinza esterilizada y con ayuda de un microscopio estereoscopio se trasladó estructuras del microorganismo al centro de las placas de petri conteniendo el medio de cultivo esterilizado PDAL. (papa – dextrosa – agar - lechuga). Luego se selló las

placas de petri con cinta de plástico para evitar la contaminación y así poder enumerarlas para su posterior identificación.

#### **4.8.7. Parámetros evaluados.**

##### **a. Caracterización de los aislamientos del fitopatógeno.**

Se evaluó las características biométricas y morfológicas del patógeno como son: medición de colonias, esporas, tamaño de conidias, conidióforos, crecimiento, color, apariencia y borde de colonia. El inóculo se tomó de la colonia desarrollado en el PDAL. y utilizando un estilete previamente desinfectado con alcohol al 96%, se sembró en tubos de ensayo conteniendo PDAL. y se incubaron a 30° C. Se registró cada 24 horas el crecimiento de las colonias, las preparaciones de los aislamientos fueron observados en el microscopio compuesto para determinar sus características morfológicas, biométricas y la especie a la cual corresponde. Para esto se utilizó claves y descriptores. (**BARNETT and HUNTER, 1972, ELLIS, 1971 y 1976**).

##### **b. Prueba de patogenicidad.**

Se realizó estudios comparativos de patogenicidad de los aislamientos puros obtenidos del hongo. Para esto se sembraron 10 plantas de lechuga variedad Americana en macetas de plásticos conteniendo como substrato tierra

obtenida del mismo campo evaluada, previamente desinfectada a vapor de agua a 121° C. por 2 horas; De las cuales 5 plantas fueron inoculados con el hongo y las 5 plantas restantes actuaron como testigos (sin inocular el hongo).

### c. Prueba de alimento envenenado.

Para esta prueba se utilizó 13 tratamientos y 5 repeticiones:

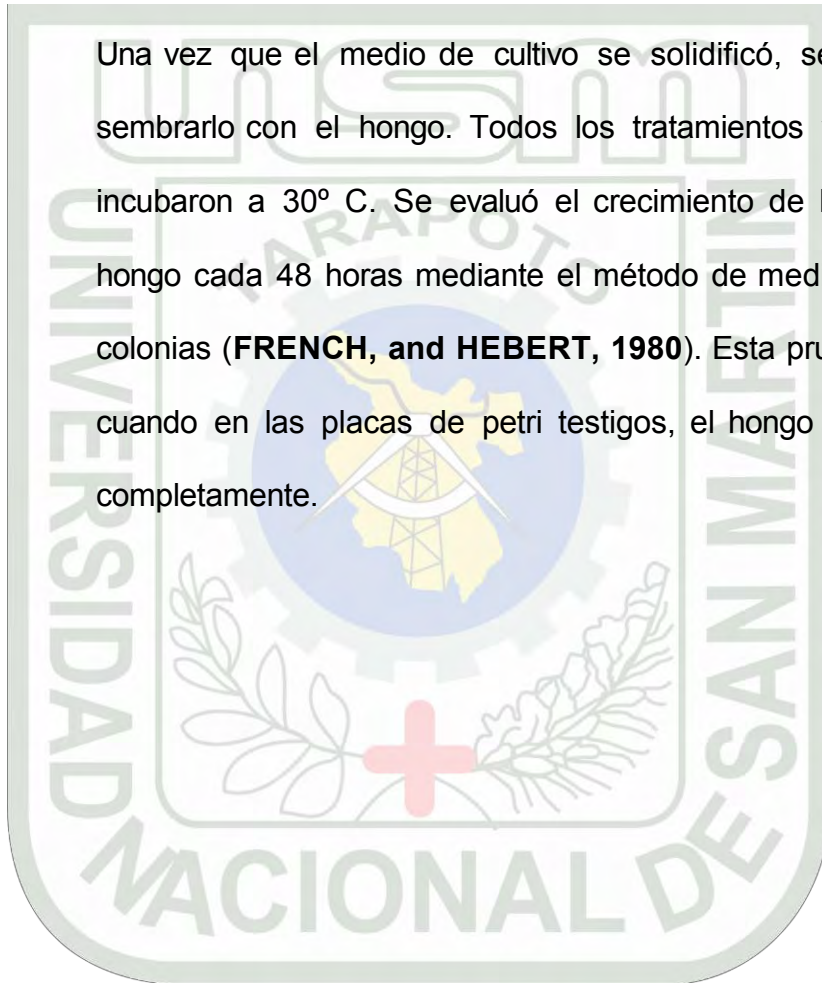
**Cuadro 4: Tratamiento de fungicidas, dosis y su modo de acción.**

CLAVE	TRATAMIENTO DE FUNGICIDAS		CONCENTRACION DE INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS g/L	TIPO DE FUNGICIDA
	NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE COMERCIAL			
<b>Ao</b>	Benomyl 50 WP	Fungoquim 50 WP	50% de Benomyl	1,0	Sistémico
<b>A1</b>	Benomyl 50 WP	Fungoquim 50 WP	50% de benomyl	1,5	
<b>Bo</b>	Mancozeb + Metalaxyl	Ranchapaj	64% Mancozeb 8% Metalaxyl	2,0	Sistémico y Contacto
<b>B1</b>	Mancozeb + Metalaxyl	Ranchapaj	64% Mancozeb 8% Metalaxyl	3,0	
<b>Co</b>	Tebuconazole	Raxil 060 FS	6% Tebuconazole	1,0	Sistémico
<b>C1</b>	Tebuconazole	Raxil 060 FS	6% Tebuconazole	1,5	
<b>Do</b>	Tiofanate Metil + Tiram	Homai WP	50% Tiofanate Metil 30% Tiram	2,0	Sistémico y Contacto
<b>D1</b>	Tiofanate Metil + Tiram	Homai WP	50% Tiofanate Metil 30% Tiram	3,0	
<b>Eo</b>	Carpropamid	Arcado 300 SC	30% Carpropamid	1,0	Sistémico
<b>E1</b>	Carpropamid	Arcado 300 SC	30% Carpropamid	1,5	
<b>Fo</b>	Triflumizole	Trifmine 30 WP	30% Triflumizole	2,0	Sistémico
<b>F1</b>	Triflumizole	Trifmine 30 WP	30% Triflumizole	3,0	
<b>Go</b>	Testigo			0,0	

Fuente: Elaboración propia, 1999.

Cada tratamiento de fungicida, según dosis, se adicionó al medio de cultivo PDAL. a punto de plaqueo y luego de homogenizar se distribuyó en 5 placas de petri.

Una vez que el medio de cultivo se solidificó, se procedió a sembrarlo con el hongo. Todos los tratamientos y testigos se incubaron a 30° C. Se evaluó el crecimiento de la colonia del hongo cada 48 horas mediante el método de medición lineal de colonias (**FRENCH, and HEBERT, 1980**). Esta prueba concluyó cuando en las placas de petri testigos, el hongo se desarrolló completamente.





## **V. RESULTADOS**

### **5.1. MANEJO AGRONÓMICO REALIZADO POR EL AGRICULTOR.**

#### **a. Preparación del terreno.**

Con fecha 28 de Octubre de 1999 desmalezó el terreno con pala recta, luego incorporó gallinaza a razón de 4 sacos. Seguidamente el suelo fue humedecido y con un motocultor (rotovalor) se mecanizó todo el terreno.



**Foto 1: Incorporación de gallinaza en el campo.**

#### **b. Siembra.**

El agricultor realizó la siembra de la semilla de lechuga variedad Great Lakes de forma directa al suelo el 29 de Octubre de 1999, a un



distanciamiento de 0,2 m. entre plantas y 0,3 m. entre hileras. La cantidad de semilla sembrada por golpe fue de 10 a 40 semillas.

**c. Emergencia de plántulas.**

El promedio de plantas emergidas de un total de 60 golpes, fue de 23 unidades, dicha evaluación se realizó el 01 de Noviembre de 1999.

**d. Riego.**

Esta labor lo realizaba todos los días a excepción de los días que amanecía con precipitación, con la ayuda de una manguera de plástico y con presión a chorro. La hora de riego en las mañanas era generalmente entre las 9:00 a.m. y 1:00 p.m.



**Foto 2: Forma de aplicación de riego.**

**e. Deshierbo.**

Lo realizó cuando las malas hierbas se encontraban a una altura mayor a los 5 c.m., utilizando para ello lampas rectas. El primer deshierbo lo realizó el 27 de Noviembre de 1999, fecha donde hizo el trasplante en los hoyos que no germinaron las semillas; y el segundo deshierbo fue realizado el 27 de Diciembre de 1999.

**f. Deshije y recalce.**

El agricultor realizó el deshije cuando la plántula alcanzó 5 c.m de altura y con las plántulas sobrantes recalzó en los hoyos que no germinaron, quedando totalmente distribuida el área sembrada con una sola planta de lechuga por golpe. Esta labor se ejecutó el 29 de Noviembre de 1999.



**Foto 3: Deshije y recalce.**



**g. Aporque.**

El primer aporque lo realizó el 8 de diciembre de 1999, antes de la fertilización, y la segunda el 27 de Diciembre de 1999, después del control sanitario. Para ello empleó palas rectas.

**h. Fertilización.**

El fertilizante químico utilizado fue urea a razón de 3 Kg. / parcela de 150 metros cuadrados, la cual fue aplicado el 8 de Diciembre de 1999 a chorro continuo en las hileras.



**Foto 4: Plantación de lechuga luego de la fertilización nitrogenada.**

**i. Control sanitario.**

Específicamente para la mancha foliar utilizaron el fungicida cuyo nombre técnico es Mancozeb + Metalaxil a dosis de 40g. por mochila de 15L. , más un adherente (Agral, 15 cc. Por mochila de 15L.). Se realizó una sola aplicación.(25 de Diciembre de 1999)

**5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SÍNTOMAS OBSERVADOS DE LA ENFERMEDAD EN CAMPO.**

Esta enfermedad se presentó tanto en plántulas como en plantas adultas. Se inició con pequeños puntos de 1 – 2 mm. de diámetro de color marrón pajizo, con halo amarillo; Dichos puntos fueron expandiéndose formando manchas de forma irregular, de 5 a 10 mm. de diámetro. Al centro de las manchas se observó un color gris, seguido de un color pajizo, marrón oscuro a verde amarillento. La unión de varias manchas y bajo condiciones ambientes favorables, formaron grandes áreas necróticas.

En algunas plantas también se observó el desprendimiento de la parte central del área necrótico, formando perforaciones.

Por otro lado, se observó que las hojas adultas son las más vulnerables a la infección, llegando a evaluar hasta grado 6 de severidad.



Foto 5: Comparación de hojas enfermas y hojas sanas.





### 5.3. CARACTERIZACIÓN DEL FITOPATÓGENO.

**Cuadro 5: Características morfológicas y biométricas de *Cercospora* sp. aislados de plantas de lechuga.**

CARATERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y BIOMÉTRICAS		CONIDIA	CONIDIÓFORO	ESTROMA
FORMA		Filiforme, con Cicatriz en la base	Formando Esporodoquios	Micelio Compactado En estratos
COLOR		Hialino	Marrón claro	Marrón oscuro
SEPTAS Nº	MÁX.	21	13	
	MÍN.	05	03	
	PROM.	13	08	
LARGO (u)	MÁX.	181,35	154,5	
	MÍN.	50,37	91,65	
	PROM.	115,86	123,05	
ANCHO (u)	MÁX.	4,87	5,94	
	MÍN.	2,34	3,96	
	PROM.	3,61	4,95	

Fuente: Elaboración propia, 1999.

Donde: u = micras

Nota: Los datos presentados son los promedios de 60 mediciones realizadas a muestras de conidias y conidióforos de *Cercospora* sp. observadas en el microscopio.



Foto 6: Estructuras del patógeno *Cercospora sp* observado al microscopio.

#### 5.4. PRUEBA DE PATOGENICIDAD.

Las plantas que fueron inoculadas con el hongo manifestaron los mismos síntomas a los 5 días de inoculado, observándose pequeños puntos amarillos. A medida que se desarrollaba la enfermedad las manchas de color marrón se hicieron notorios, al final se observó en el centro de la mancha un color gris, seguido de un color marrón pajizo, marrón oscuro y halo amarillo. También se observó que la unión de varias manchas formó grandes áreas necróticas en la hoja.



Foto 7: Planta de lechuga mostrando síntomas después de 10 días de inoculadas con *Cercospora* sp.



Foto 8: Izquierda, plantas de lechuga inoculadas mostrando síntomas de la enfermedad; derecha, planta sana (testigo).

### 5.5. EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD.

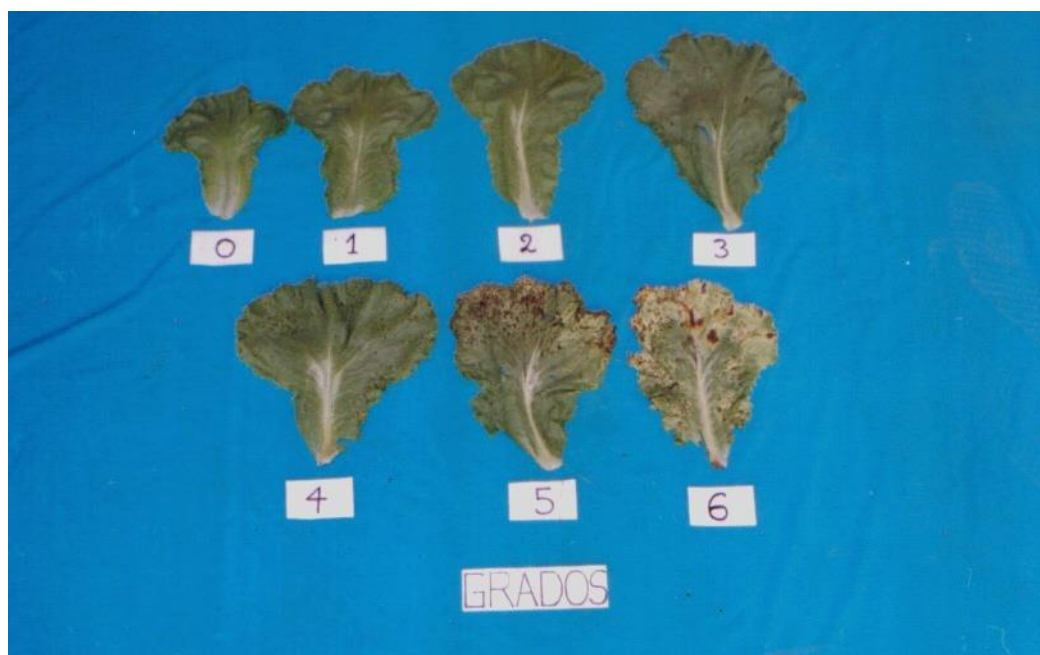


Foto 9: Escala de grados de severidad utilizada en campo.





**Cuadro 6: Datos obtenidos de la hoja de evaluación.**

FECHA EVALUADA	HOJAS POR PLANTA		HOJA MÁS JOVEN AFECTADA		INCIDENCIA		SEVERIDAD		PROMEDIO PONDERADO DE INFECCIÓN
	$\Sigma$	PROM.	$\Sigma$	PROM.	$\Sigma$	%	$\Sigma$	%	
08 - 11 - 99	182	3	0	0	0	0	0	0	0
13 - 11 - 99	245	4	0	0	0	0	0	0	0
18 - 11 - 99	250	4	120	2	1	1,66	1	0,4	0,004
23 - 11 - 99	303	5	303	5	7	11,67	81	27,06	0,28
28 - 11 - 99	306	5	197	3	42	70	169	55,23	0,67
03 - 12 - 99	210	4	138	2	46	76,67	132	62,86	1,50
08 - 12 - 99	272	5	181	3	49	81,67	148	54,41	1,06
13 - 12 - 99	341	6	225	4	56	93,33	170	49,85	0,95
18 - 12 - 99	495	8	288	5	60	100	260	52,53	1,57
23 - 12 - 99	737	12	266	4	60	100	529	71,78	1,47
28 - 12 - 99	786	13	292	5	60	100	547	69,59	2,51
02 - 01 - 2000	745	12	378	6	60	100	416	55,84	2,00

Fuente: Elaboración propia, 1999 - 2000. Los presentes datos son producto de las evaluaciones en las 4 sub parcelas obtenidos en el Fundo La Esperanza.



CUADRO 7: PORCENTAJE DE HOJAS ENFERMAS TOTALES DE CADA UNO DE LOS GRADOS DE LA ENFERMEDAD.

FECHA EVALUADA	TOTAL HOJAS EVALUADAS	GRADOS													
		0		1		2		3		4		5		6	
		Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
08/11/99	182	182	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
13/11/99	245	245	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
18/11/99	250	249	99.60	1	0.40	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
23/11/99	303	221	72.94	78	2.74	4	1.32	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
28/11/99	306	137	44.77	138	45.10	26	8.50	5	1.63	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
03/12/99	210	78	37.14	114	54.29	18	8.57	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
08/12/99	272	124	45.59	89	32.72	20	7.35	19	6.99	8	2.94	10	3.68	2	0.73
13/12/99	341	171	50.15	103	30.21	26	7.62	12	3.52	15	4.40	10	2.93	4	1.17
18/12/99	495	235	47.47	101	20.40	14	2.83	18	3.64	32	6.46	46	9.29	49	9.91
23/12/99	737	208	28.22	267	36.23	143	19.40	37	5.02	25	3.39	28	3.81	29	3.93
28/12/99	786	239	30.41	103	13.10	110	13.99	72	9.16	37	4.71	65	8.27	160	20.36
02/01/2000	745	329	44.16	125	16.78	42	5.64	33	4.43	36	4.83	38	5.10	142	19.06

Fuente: Elaboración propia, 2000.



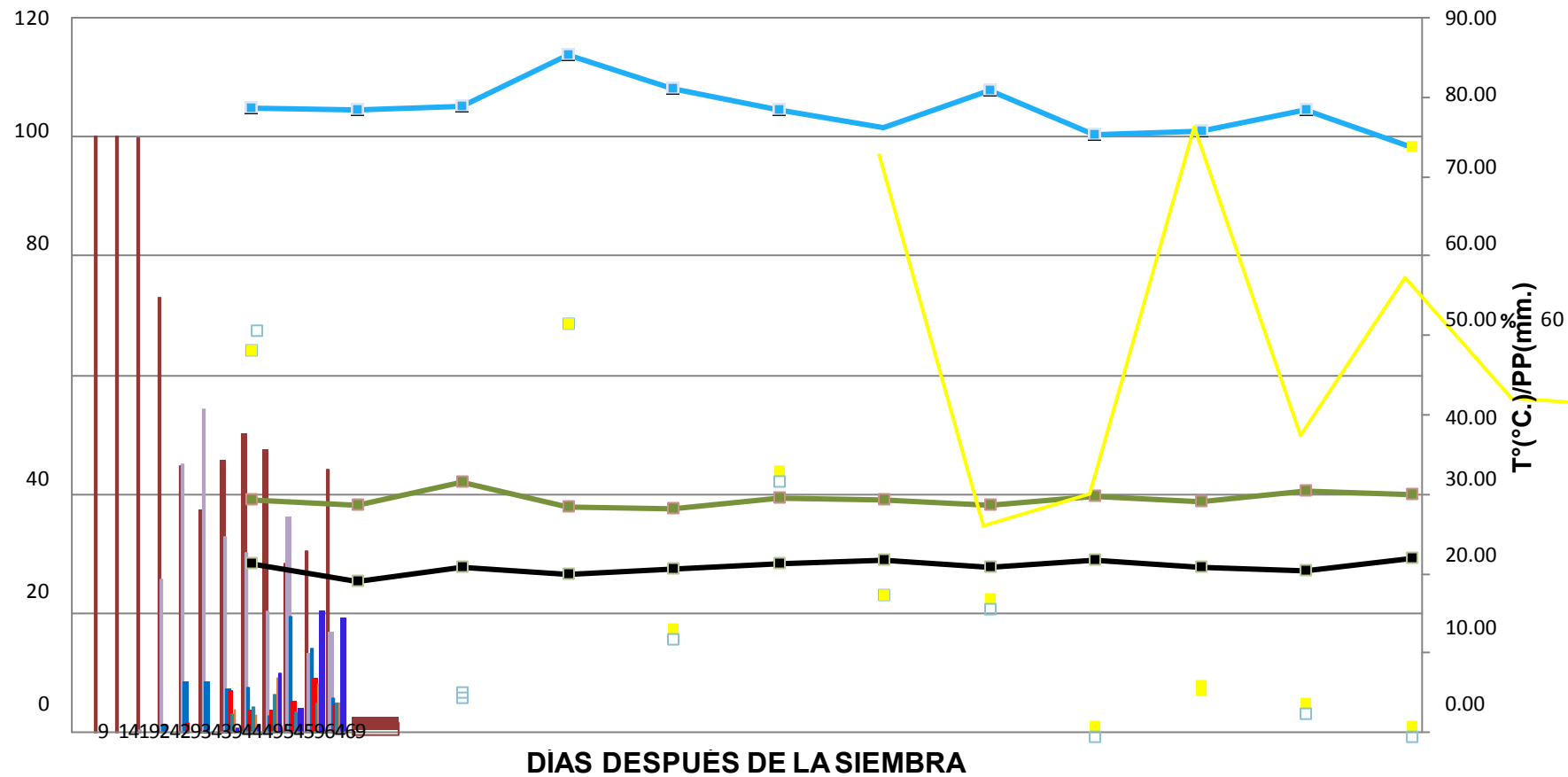
**Cuadro 8: Información meteorológica por fecha de evaluación.**

FECHA DE EVALUACIÓN	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm.)
	Máxima	Mínima		
(04-08) – 11 – 99	29.4	21.3	78.6	48.0
(09-13) – 11 - 99	28.6	19.1	78.4	01.1
(14-18) – 11 – 99	31.6	20.8	78.8	05.0
(19-23) – 11 – 99	28.5	20.0	85.2	51.3
(24-28) – 11 – 99	28.1	20.6	81.0	12.4
(29-03) – 12 – 99	29.5	21.2	78.4	32.3
(04-08) – 12 - 99	29.4	21.7	76.2	17.2
(09-13) – 12 – 99	28.6	20.9	80.8	16.2
(14-18) – 12 – 99	29.7	21.6	75.2	00.0
(19-23) – 12 – 99	29.1	20.9	75.8	05.2
(24-28) – 12 – 99	30.3	20.3	78.4	02.9
(29-02) – 12 - 2000	29.9	21.9	73.8	00.0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI – CO Lamas)

**Nota:** \* Los datos de temperatura y humedad relativa son promedios de cada 5 días.

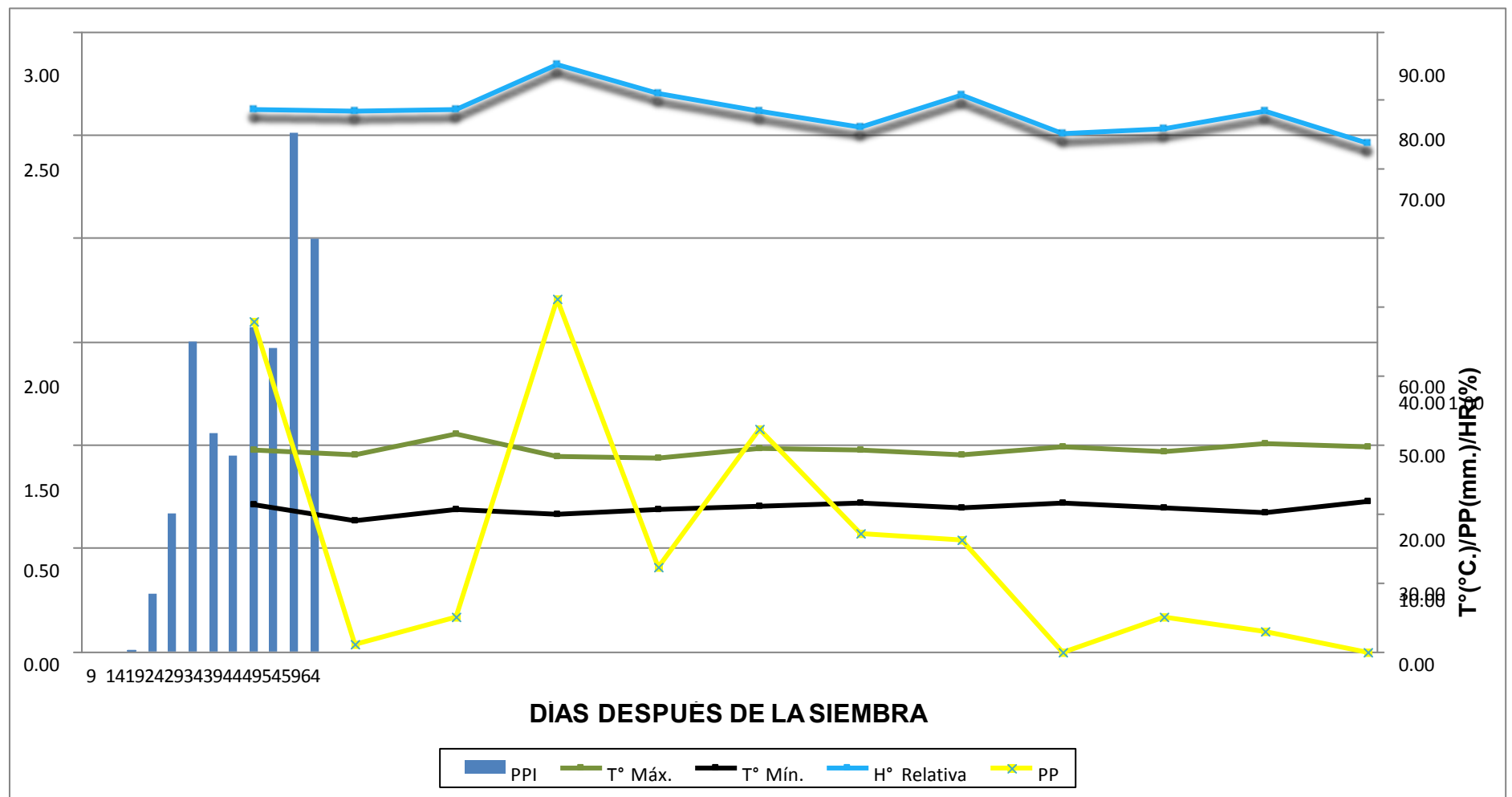
\*Los datos de precipitación son sumatorias acumulativas cada 5 días.



**GRÁFICO 1: PORCENTAJE DE HOJAS ENFERMAS EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE LA ENFERMEDAD, COMPARADA CON LOS DATOS CLIMATOLÓGICOS.**

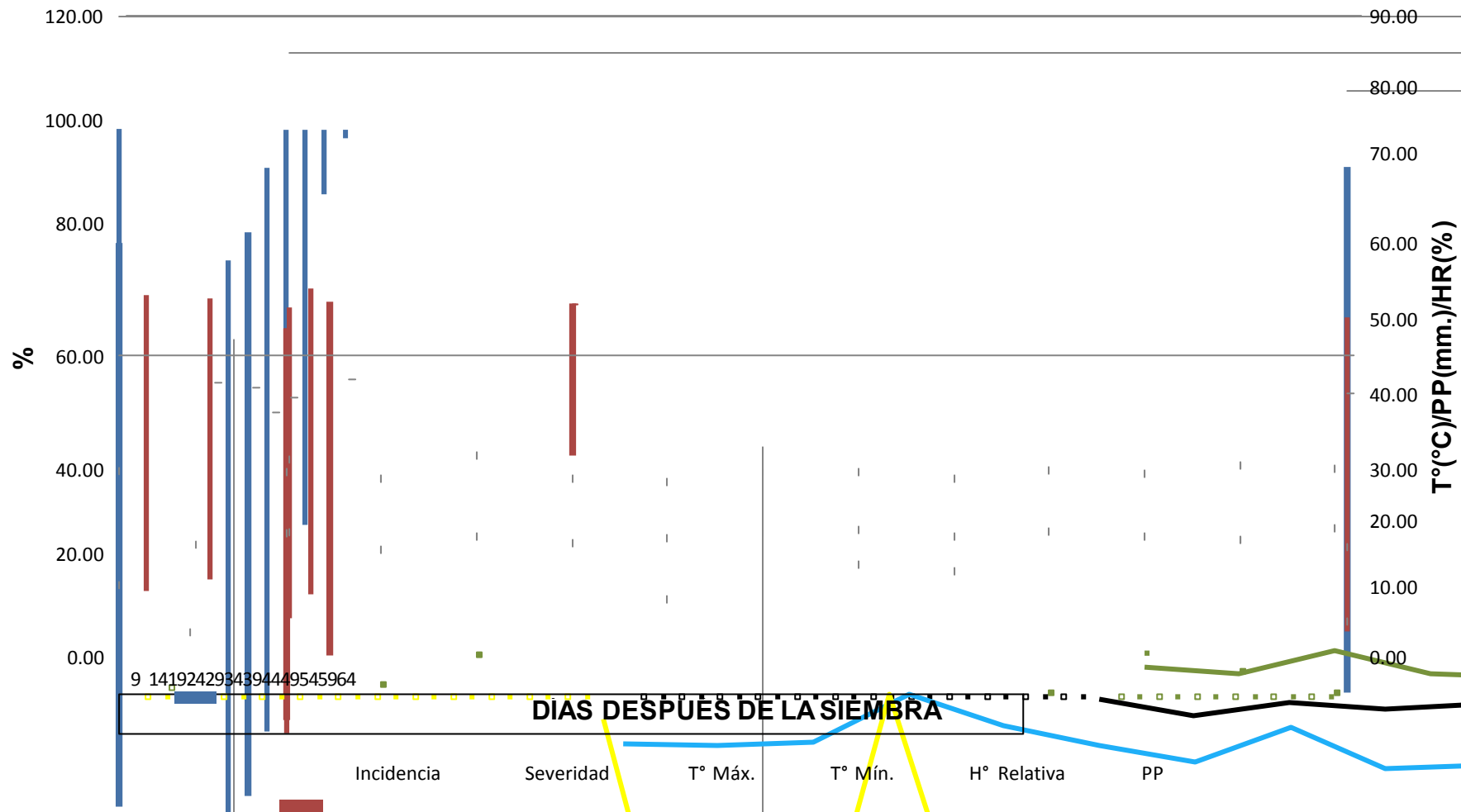
Fuente: Elaboración propia, 2000.





**GRÁFICO 2: PROMEDIO PONDERADO DE INFECCIÓN COMPARADO CON DATOS CLIMATOLÓGICOS.**

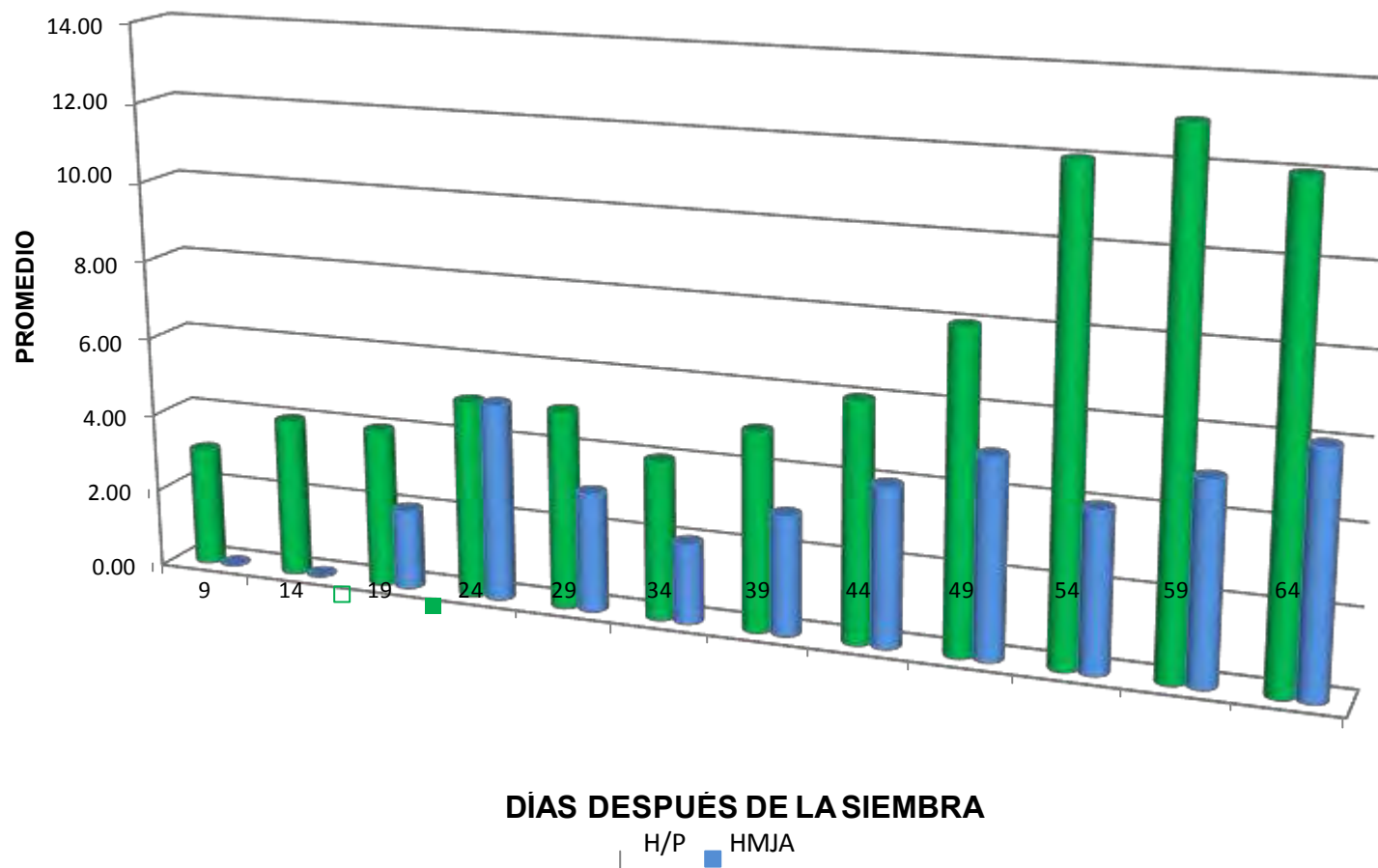
Fuente: Elaboración propia, 2000.



**GRÁFICO 3: INCIDENCIA Y SEVERIDAD COMPARADA CON DATOS CLIMATOLÓGICOS.**

Fuente: Elaboración propia, 2000.





**GRÁFICO 4: HOJAS POR PLANTA Y HOJA MAS JOVEN AFECTADA.**

Fuente: Elaboración propia, 2000.



## 5.6. CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD.

**Cuadro 9:** Resultados de los 3 Modelos Matemáticos Epidemiológicos

Obtenidos Bajo el Sistema de Análisis Estadístico.

FECHA DE EVALUACIÓN	MODELOS MATEMÁTICOS EPIDEMIOLÓGICOS		
	LOGISTICO	MONOMOLECULAR	GOMPERTZ
08 – 11- 99	0	0	0
13 – 11 – 99	0	0	0
18 – 11 – 99	-5.52	0	-1.71
23 – 11 – 99	-1.01	0.32	-0.27
28 – 11 – 99	0.21	0.80	0.52
03 – 12 – 99	0.52	0.99	0.77
08 – 12 – 99	0.17	0.79	0.50
13 – 12 – 99	0.08	0.69	0.36
18 – 12 – 99	0.10	0.75	0.44
23 – 12 – 99	0.93	1.27	1.10
28 – 12 – 99	0.83	1.19	1.01
02 – 01 - 00	0.24	0.82	0.54

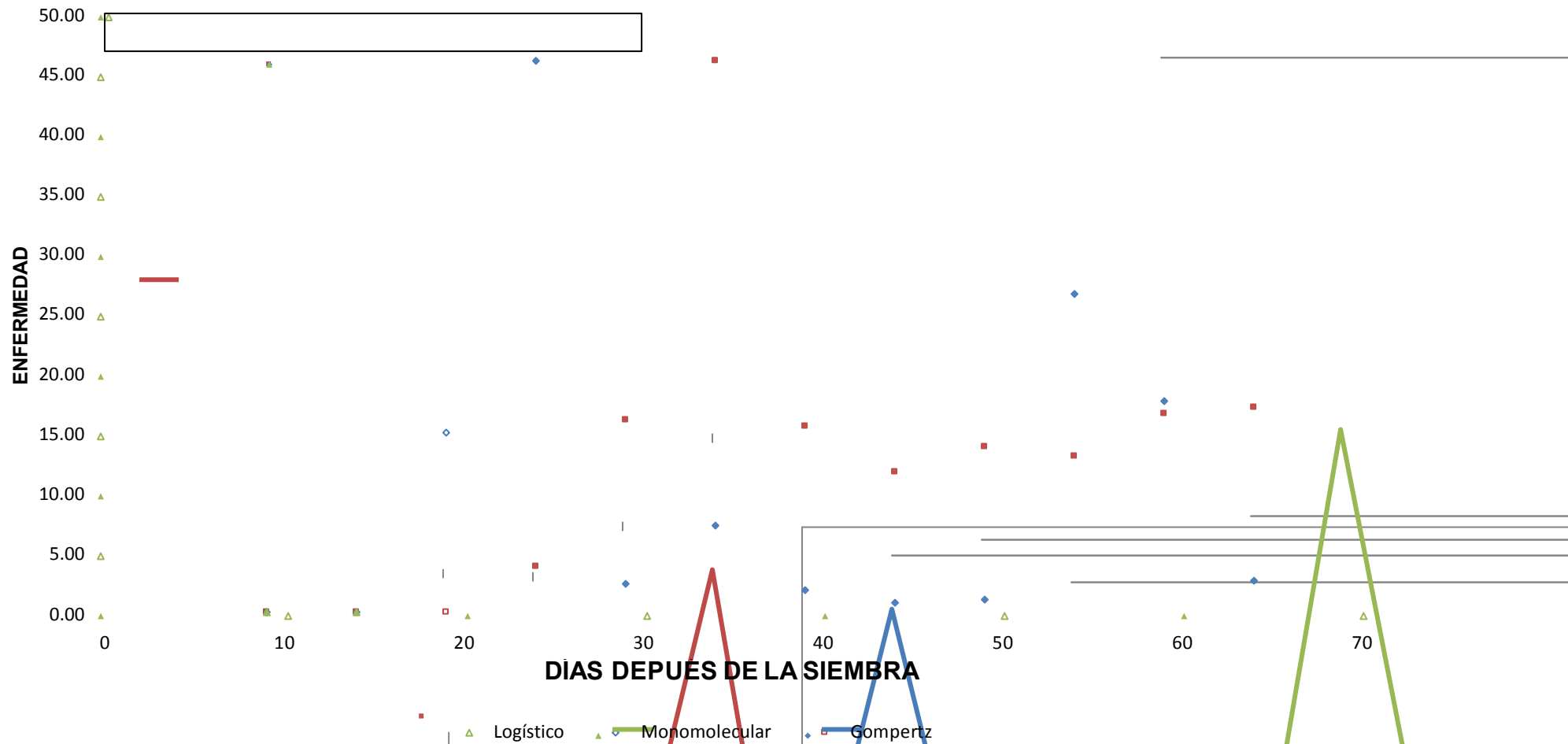
Fuente: Elaboración propia, 2000.

**Cuadro 10:** Resultados de la Ecuación Linearizada a que Fueron Sometidos los datos de los 3 Modelos Matemáticos Epidemiológicos.

FECHA DE EVALUACIÓN	MODELOS MATEMÁTICOS EPIDEMIOLÓGICOS		
	LOGÍSTICO	MONOMOLECULAR	GOMPERTZ
08 – 11- 99	0	0	0
13 – 11 – 99	0	0	0
18 – 11 – 99	15.1	0	3.4
23 – 11 – 99	46.1	3.9	3.1
28 – 11 – 99	2.4	16.1	7.3
03 – 12 – 99	7.3	46.1	14.7
08 – 12 – 99	1.9	15.6	6.9
13 – 12 – 99	0.8	11.7	4.5
18 – 12 – 99	1.1	13.9	5.8
23 – 12 – 99	26.6	13.1	2.3
28 – 12 – 99	17.7	16.6	46.1
02 – 01 - 00	2.7	17.1	7.8

Fuente: Elaboración propia, 2000.





**GRÁFICO 5: CURVAS DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD DE LA MANCHA FOLIAR (*Cercospora sp.*).**

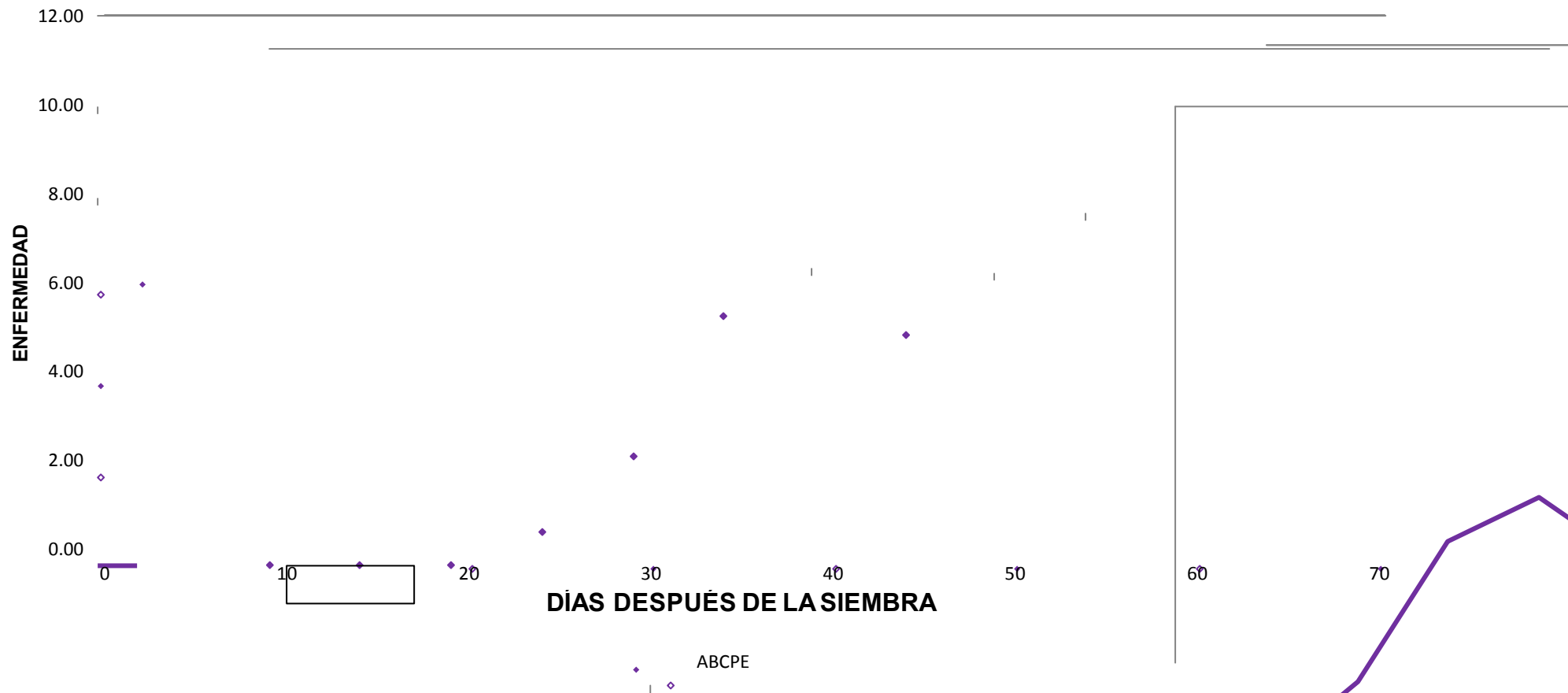
Fuente: Elaboración propia, 2000.

## 5.7. ÁREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (ABCPE)

**Cuadro 11:** Datos convertidos de PPI para desarrollar el gráfico del ABCPE.

DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA	PPI	ABCPE
09	0	0
14	0	0
19	0.004	0.01
24	0.28	0.71
29	0.67	2.38
34	1.50	5.43
39	1.06	6.40
44	0.95	5.03
49	1.57	6.30
54	1.47	7.60
59	2.51	9.95
64	2.00	11.28

Fuente: Elaboración propia, 2000.



**GRÁFICO 6: ÁREA BAJO LA CURVA DE PPROGRESO DE LA ENFERMEDAD.**

Fuente: Elaboración propia.

## 5.8. PRUEBA DE ALIMENTO ENVENENADO.

**Cuadro 12:** Promedio de crecimiento del patógeno por tratamiento

evaluado.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTOS	CRECIMIENTO PROMEDIO (mm.)
01	Go	64.10
02	F1	46.40
03	Fo	42.90
04	Eo	13.10
05	Co	7.00
06	C1	5.86
07	E1	5.40
08	A1	4.70
09	Do	4.40
10	Ao	3.20
11	Bo	2.80
12	D1	2.70
13	B1	2.36

Fuente: Elaboración propia, 2000.

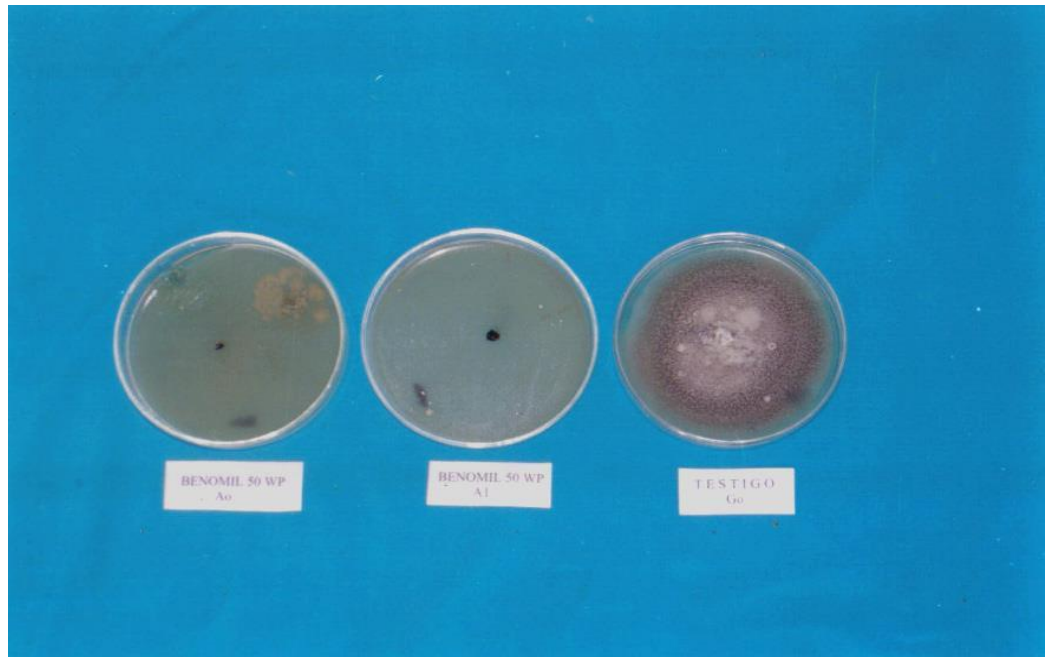


Foto 10: Tratamientos Ao (Benomyl 50 WP 1 g/L), A1 (Benomyl 50 WP 1.5 g/L) + Testigo.

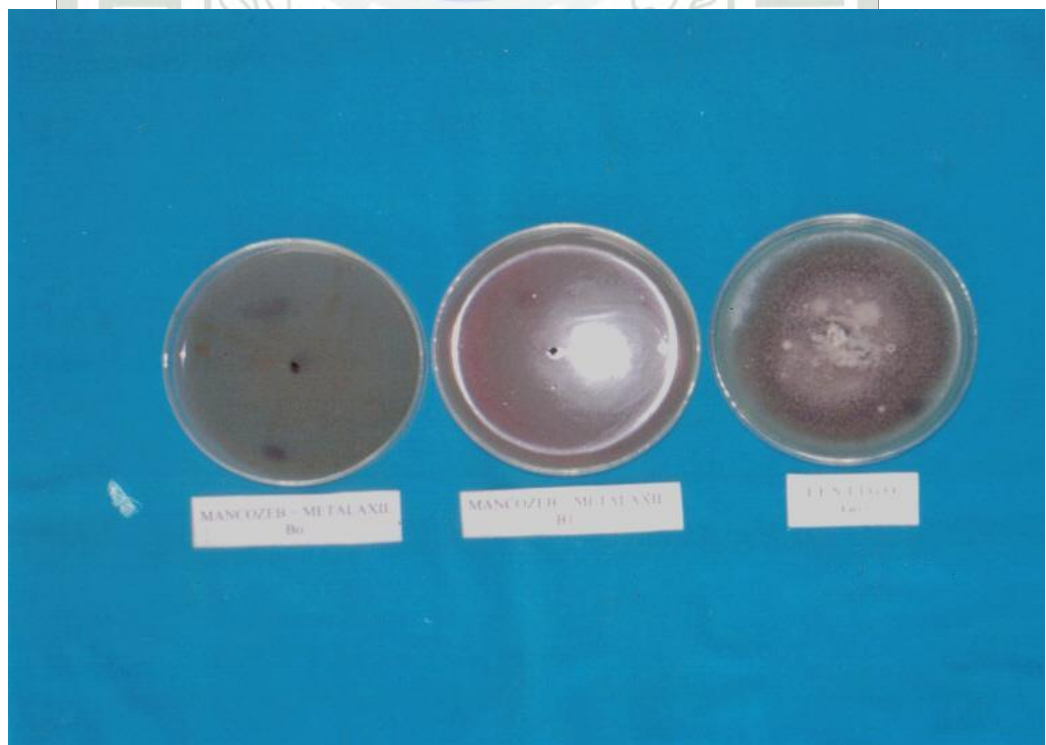


Foto 11: Tratamientos Bo (Mancozeb + Metalaxil 2 g/L), B1 (Mancozeb + Metalaxil 3 g/L) + Testigo.



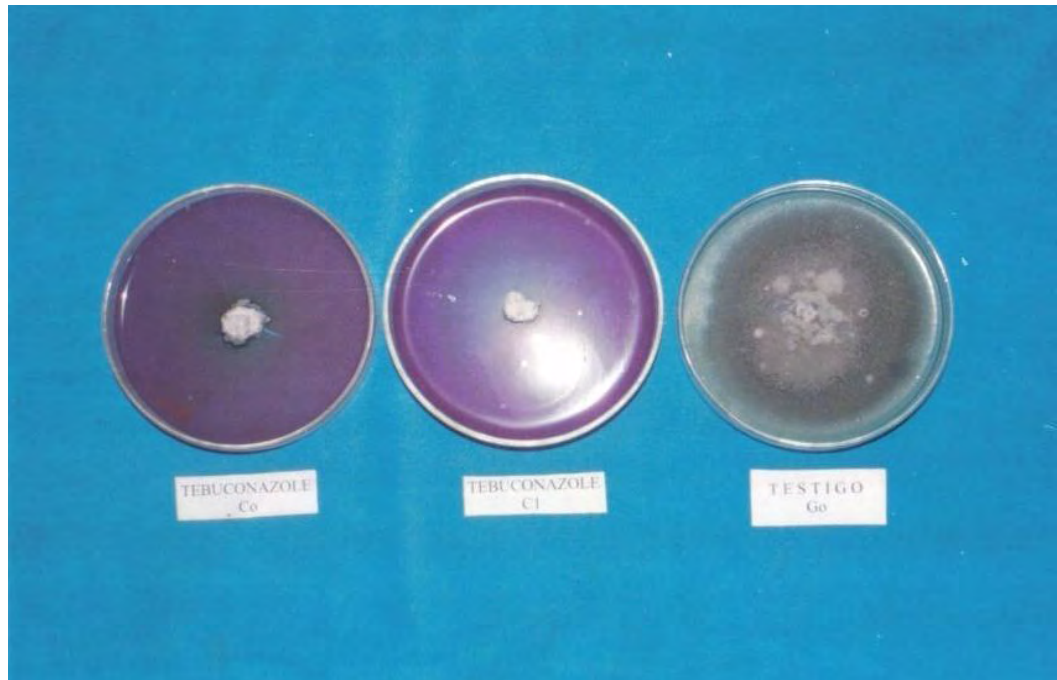


Foto 12: Tratamientos Co (Tebuconazole 1 g/L), C1 (Tebuconazole 1.5 g/L) + Testigo.

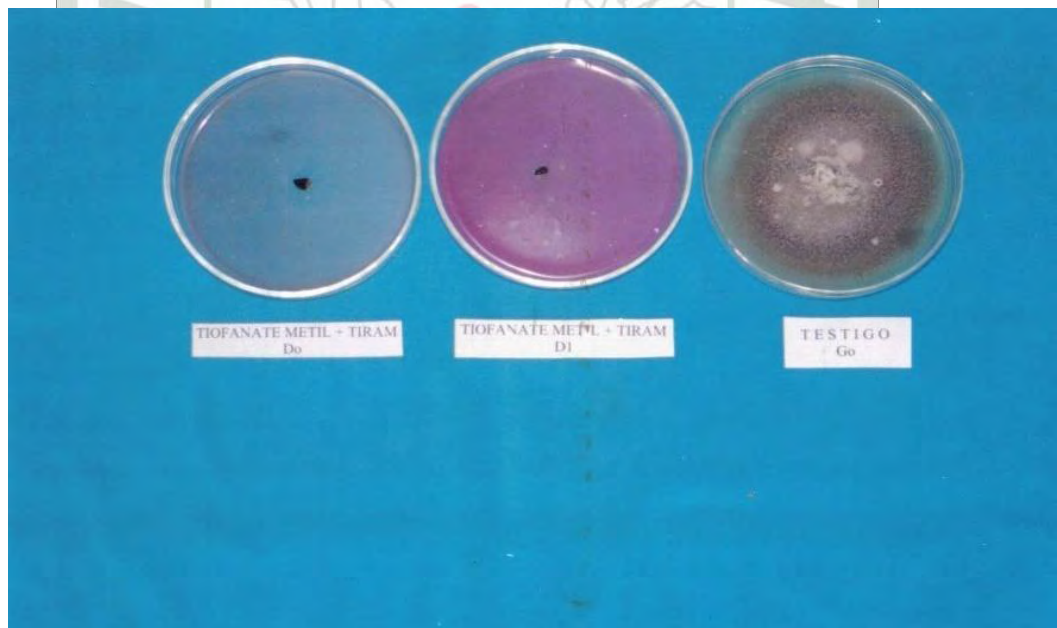
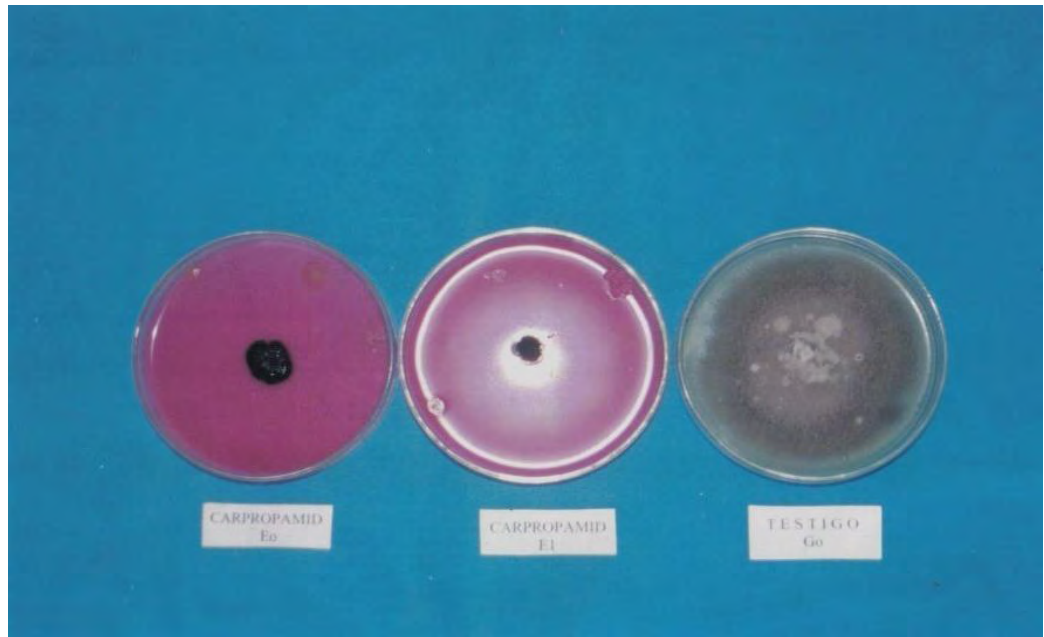
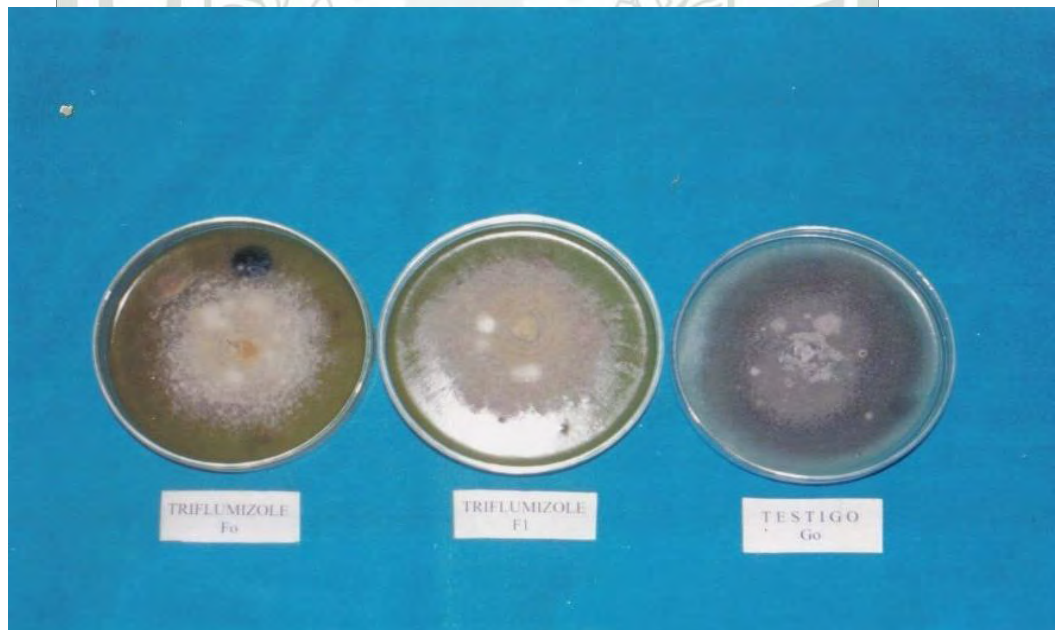


Foto 13: Tratamientos Do (Tiofanate Metil + Thiram 2 g/L), D1 Tiofanate Metil + Thiram 3 g/L) + Testigo.



**Foto 14: Tratamientos Eo (Carpropamid 1 g/L), E1 (Carpropamid 1.5 g/L)+ Testigo.**



**Foto 15: Tratamientos Fo (Triflumizole 2 g/L), F1 (Triflumizole 3 g/L) + Testigo.**

## VI. DISCUSIÓN.

### 6.1. MANEJO AGRONÓMICO DEL AGRICULTOR.

#### a. Preparación del terreno.

La gallinaza utilizada como abono se incorporó al suelo al voleo, la cantidad empleada fue calculada por el agricultor sin ningún análisis químico del suelo del terreno ni del abono orgánico, esto nos hace inferir que es necesario que los productores debe analizar sus fuentes orgánicas y el suelo para dotar al cultivo de un buen alimento, a esto se suma una mecanización del suelo no profunda. Según estas observaciones la planta tuvo dificultades para absorber los nutrientes del suelo y como consecuencia fue susceptible al ataque del patógeno ***Cercospora***, como se demuestra en las evaluaciones de incidencia y severidad de la enfermedad.

Las características físicas y químicas del suelo obtenidas a través del análisis del suelo: Textura franco arenoso; pH 6,16; Materia Orgánica 4,35% se encuentran dentro de los parámetros de suelos adecuados para que la planta de lechuga se desarrolle en forma óptima de acuerdo a lo descrito por **GARCÍA (1984)**.



**b. Siembra.**

El número de semillas sembradas por golpe fue variado, con mínimo de 10 semillas y máximo de 40, la profundidad de siembra fue variado, superficial o sobrepasando los 5 veces de su tamaño normal de la semilla, ocasionando que gran parte de las semillas sean lavadas o profundizadas por el agua de riego, como consecuencia se observó emergencia plántulas desuniformes, en algunos casos escaso, que favoreció el crecimiento y desarrollo vigoroso de las plántulas; en otros casos fueron abundante donde se observó plantas débiles por el efecto de competencia inter específica, analizando podemos mencionar que es otro factor para incrementar la enfermedad en el campo.

**c. Emergencia de plantas.**

El promedio de semillas emergidas por golpe fue de 23. Debido a la alta densidad de plántulas por golpe, entre el 30 – 50 % se murieron, esto debido a la competencia de nutriente, luz y por la profundidad de siembra.

**d. Riego.**

El sistema de riego empleado por el agricultor consistió en la utilización de mangueras de plástico con las cuales realizaba el riego bajo presión a chorro. Esta forma de riego incrementa la humedad del suelo y las salpicaduras diseminan a las estructuras del patógeno hacia las hojas del hospedante, favorece la germinación de la espora y



formación de micelio, como lo describe **FAX (1999)** y **LORRENTE (1997)**. El riego realizaba entre las 9:00 a. m. y 1:00 p. m., en plena hora de sol, la cual trajo como consecuencia un efecto negativo en las plántulas de lechuga (estrés), factor que favorece el desarrollo de las enfermedades fungosas.

**e. Deshierbo.**

Esta labor lo realizaba en forma mecánica. El primer deshierbo lo realizó a los 31 días después de la siembra, y el segundo a los 61 días. Este sistema y frecuencia de deshierbo permitió que las plantas de lechuga se desarrollen en un ambiente de competencia de nutrientes y principalmente de luz, la cual es un factor exigente por este cultivo, según lo descrito por **GARCÍA (1984)**; Como consecuencia, las plantas presentaron hojas flácidas cloróticas antes del primer deshierbo, la cual favoreció que a los 19 días después de la siembra, se manifieste la enfermedad de la mancha foliar.

**f. Deshije y recalce.**

Las plántulas sobrantes como resultado del deshije, fueron utilizados para realizar el recalce en los hoyos que no germinaron. Esto trajo como consecuencia que el crecimiento de las plántulas de recalce se retrasó en comparación con las plántulas seleccionadas por golpe. Así mismo, estos fueron más susceptibles a la infección por **Cercospora**, porque fueron sometidos a un periodo de estrés, que aceleró la madurez de la hoja por la falta de absorción de agua y nutrientes, por

escasos pelos absorbentes y raíces funcionales que corroborado por **AGRIOS (1995)**, cuando menciona el efecto de la translocación ascendente del agua y los nutrientes inorgánicos por las raíces.

**g. Aporque.**

El aporque de la plantación se realizó a los 9 días después del deshije y recalce, esta labor favoreció a un mejor prendimiento y desarrollo de la planta, reduciendo el encharcamiento y ahogamiento de estas, ya sea por el agua de lluvia ó de riego.

**h. Fertilización.**

La fertilización química permitió disminuir la severidad de la enfermedad por el nacimiento de nuevas hojas, esto es corroborado por **AGRIOS (1995)**, cuando menciona que la abundancia de nitrógeno se refleja en la producción de crecimiento de tejidos jóvenes y succulentos, prolongándose la fase vegetativa y retardándose la madurez de las plantas, factor no favorable para el desarrollo de la ***Cercosporiosis***. Sin embargo, por ser la urea un producto volátil, no fue aprovechado lo suficiente debido al sistema de riego empleado y a la textura del suelo, obteniendo al final, hojas débiles y por consiguiente, la infección se incrementó.

**i. Control Sanitario.**

Para el manejo de la mancha foliar, el agricultor realizó la aplicación de un fungicida cuyo nombre técnico es Mancozeb + Metalaxil, a

dosis de 3 cucharadas por mochila de de 15 L. Sin embargo, si bien es cierto que permitió el crecimiento y desarrollo de hojas jóvenes libres de la enfermedad, no logró reducir la infección menos del 50% del total del área foliar evaluada, tal como lo muestra el Gráfico 3. Esto es posiblemente se deba a las aplicaciones tardías cuando la enfermedad de la **Cercosporiosis** presenta los síntomas y al fungicida que no es específico para atacar al patógeno y otra parte al uso continuo del mismo fungicida, siendo materia de investigación.

## **6.2. SINTOMATOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD OBSERVADA EN CAMPO.**

La sintomatología observada de la enfermedad en campo coincide con lo descrito por **AGRIOS (1995)** y **LORRENTE (1997)**, sin embargo se encontró variación en el diámetro de las manchas, ya que se obtuvo en campo hasta 10 mm. De diámetro, explicándose este por las condiciones adecuadas que encontró la enfermedad para su desarrollo.

## **6.3. CARACTERIZACIÓN DEL FITOPATÓGENO.**

Las características observadas del patógeno a nivel de análisis directo y medio de cultivo tienen mucha similitud a lo descrito por **BARNETT, and HUNTER (1972)** y **ELLIS (1971)**. En cuanto a los conidióforos, son de colores oscuros, formando grupos a los cuales se les denomina Esporodoquios, en la parte basal se observó una parte compacta formando un pseudo parénquima la cual se une al tejido ó al medio de cultivo en el aislamiento. Este pseudo parénquima compacto y estratificado se le denomina Estroma. Además se ha observado que los

conidióforos sostienen a las conidias hialinas filiformes, septados que tienen un poro basal llamado cicatriz. Todas estas características observadas corresponden al género ***Cercospora***.

Las características biométricas de sus estructuras: conidias y conidióforos se encuentran en los rangos descritos por **ELLIS (1971)**, para la especie ***Longissima***, encontrando una diferencia en la longitud máxima del conidióforo de 4,5 u, así mismo el ancho mínimo, en la que obtuvo una diferencia de 1,16 u. Por otro lado, el número de septas mínimo observadas tuvieron una diferencia de 5, con respecto a lo mencionado por el autor antes mencionado.

#### **6.4. PRUEBA DE PATOGENICIDAD.**

A los 5 días de haber sido inoculadas las plantas de lechuga con el hongo ***Cercospora***, se manifestaron los síntomas de la enfermedad. Esto corrobora lo descrito por **FAX (1999)** y **LORRENTE (1997)**. El inicio de la sintomatología, forma y color de las manchas son similares a los observados en la parcela evaluada.

#### **6.5. INCIDENCIA Y SEVERIDAD.**

##### **a. Hojas por planta y hoja más joven afectada.**

A los 19 días después de la siembra, cuando las plantas presentaron un promedio de 4 hojas, la enfermedad inició a partir de la segunda hoja. En la siguiente fecha de evaluación el promedio de hojas por



planta se incrementó a 5, sin embargo, la enfermedad sólo se manifestó en la última hoja.

A los 29 días, la enfermedad se presentó a partir de la tercera hoja, de un total de 5 hojas en promedio que presentaban las plantas, avanzando a la segunda hoja a los 34 días, para luego disminuir a la tercera hoja, cuando las plantas contaban con 5 hojas. A los 44 días después de la siembra, el 50% de las hojas se encontraban infectadas con la enfermedad, dicha infección se presentó a partir de la cuarta hoja, manteniéndose en este porcentaje de infección en la siguiente fecha de evaluación.

En las tres últimas fechas de evaluación, la infección de la enfermedad se inició a partir de la cuarta, quinta y sexta hoja, de un total de 12, 13, 12 hojas que presentaron las plantas en promedio, notándose que las hojas del tercio inferior de la lechuga son las primeras en manifestar los síntomas y tienen mayor área afectada, seguido del tercio medio, coincidiendo con lo descrito por **AGRIOS (1995)** y **LORRENTE (1997)**.

#### **b. Incidencia y severidad.**

La enfermedad de la mancha foliar causado por el hongo ***Cercospora* sp** empezó su infección a los 19 días después de la siembra, con una incidencia de 1,66% y severidad 0,4%. Con respecto a la incidencia, este factor se incrementó rápidamente llegando al 100% a los 49 días

después de la siembra, manteniéndose así hasta el final de la evaluación. Por otro lado, el progreso de la severidad fue fluctuante, a los 34 días tuvo un incremento, llegando a 62,86% de área foliar infectada, luego, en los siguientes 10 días decreció a 49,85%, para luego otra vez aumentar hasta 71,78% a los 54 días. En los 10 últimos días de evaluación, la severidad disminuyó a 55,84%.

La severidad es fluctuante dependiente de las condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura) (Gráfico 1). Cuanto mayor es la humedad relativa se incrementa la severidad, esto mismo se observa cuando se incrementa la temperatura.

La precipitación no es un factor determinante para el incremento de la enfermedad, sino que actúa como factor dispersante de las colonias (estructuras reproductivas del patógeno), esto se explica al observar después de 14 días el incremento de la enfermedad, seguido de un periodo de escasa precipitación, observándose al final de trabajo de investigación 2 ciclos de enfermedad.

### **c. Promedio ponderado de infección.**

El promedio ponderado de Infección inició con un valor de 0,28 a los 24 días después de la siembra, para luego incrementarse hasta 1,50 a los 34 días. En las siguientes 2 fechas de evaluación este valor disminuyó hasta 0,95, esto debido a las labores de aporque y

fertilización realizada en esa época la cual permitió el prendimiento de la planta y la emergencia de nuevas hojas.

A los 49 días este valor nuevamente se incrementó a 1,57, llegando a su máximo valor a los 59 días con 2,51, esto como consecuencia del incremento de porcentaje de hojas con grado de severidad 4, 5, 6: En la última fecha de evaluación el promedio ponderado de infección disminuyó a 2,0, la cual se explica por el control sanitario realizado, la cual no permitió el desarrollo de la enfermedad.

**d. Porcentaje de hojas enfermas en cada uno de los grados de la enfermedad.**

La severidad del hongo ***Cercospora*** se inició con grado 1, estando afectados el 0,4% de las hojas de las 250 evaluadas. Sin embargo a los 24 y 29 días se incrementó los grados 2 y 3 con 1,32 y 1,63% de hojas afectadas respectivamente.

En la siguiente fecha de evaluación sólo se presentó los grados 1 y 2 con 54,29 y 8,57% de hojas afectadas respectivamente. Sin embargo, a partir de los 39 días después de la siembra se manifestaron todos los grados de severidad, manteniéndose así hasta el final de la evaluación.

**e. Observaciones Meteorológicas.**

Humedad relativa a los 24 y 44 días después de la siembra, así como la baja precipitación (29 y 49 días) permitieron que el patógeno

esporule y provoque la infección, ocasionando que a los 5 días incremente el porcentaje de infección. Esto coincide con lo descrito por **FAX (1999)**.

Durante el periodo de evaluación en campo, la temperatura máxima fluctuó entre 28,1°C. – 31,6°C., de la misma forma, la temperatura mínima permaneció entre 19,1°C. y 21,9°C. Este factor, si bien dio las condiciones adecuadas al patógeno para su virulencia, no fue determinante en el progreso de la enfermedad.

**f. Curva de progreso de la enfermedad.**

En el Gráfico 5 se detalla las curvas formadas con los datos obtenidos de cada uno de los modelos matemáticos epidemiológicos, las cuales describen el progreso de la enfermedad de la mancha foliar. De los 3 modelos matemáticos, Gompertz es la que describe con mayor exactitud el desarrollo de la enfermedad, coincidiendo con el avance de la severidad que se describe en el Gráfico 3; Esto corrobora que el modelo Gompertz es utilizado específicamente para las enfermedades policíclicas, tal como lo describe **LAURENCE, and CAMPBELL (1990)**.

**g. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad.**

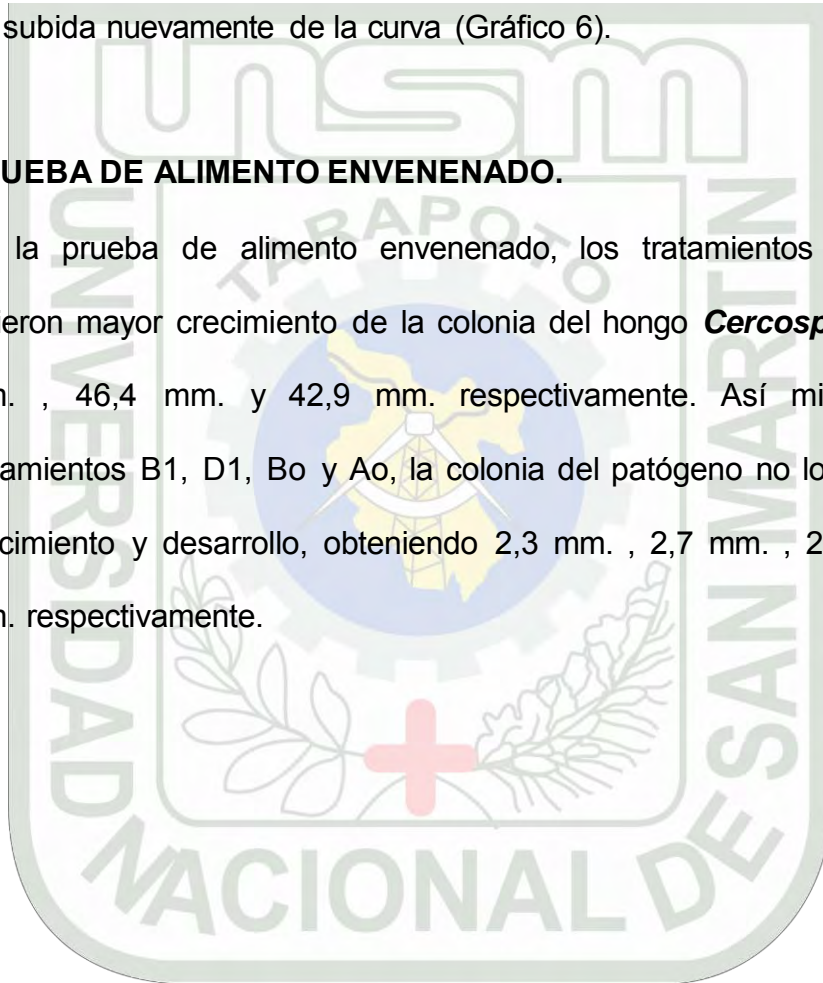
A través del gráfico del área bajo la curva de progreso de la enfermedad, observamos el desarrollo de la infección del patógeno tuvo una pequeña caída a los 44 días, esto como consecuencia de la



presencia de precipitación, factor que hizo que las esporas del hongo sean lavadas por el agua de lluvia, sin embargo, este factor no disminuyó a cero, hecho que produjo que las esporas puedan penetrar y causar infección en las plantas, la cual se corrobora con la subida nuevamente de la curva (Gráfico 6).


#### 6.6. PRUEBA DE ALIMENTO ENVENENADO.

En la prueba de alimento envenenado, los tratamientos Go, F1, Fo tuvieron mayor crecimiento de la colonia del hongo ***Cercospora*** con 64,1 mm. , 46,4 mm. y 42,9 mm. respectivamente. Así mismo, en los tratamientos B1, D1, Bo y Ao, la colonia del patógeno no logró un mayor crecimiento y desarrollo, obteniendo 2,3 mm. , 2,7 mm. , 2,8 mm. Y 3,2 mm. respectivamente.



## VII. CONCLUSIONES

De las evaluaciones realizadas en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 
- 7.1. Las características morfológicas y biométricas observados y evaluados en laboratorio corresponden al patógeno ***Cercospora longissima***.
- 7.2. El modelo matemático epidemiológico Gompertz describió en forma gráfica el desarrollo y progreso de la enfermedad de la mancha foliar causado por ***Cercospora longissima*** en el cultivo de lechuga variedad Americana.
- 7.3. Los productos formulados: Mancozeb + Metalaxil a 3g./L , Tiofanate Metil + Thiram a 3g./L. y Mancozeb + Metalaxil a 2g./L redujeron al mínimo el crecimiento y desarrollo del hongo ***Cercospora longissima***.
- 7.4. Las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de la enfermedad causado por el hongo ***Cercospora longissima*** son: humedad relativa mayor a 70%; temperatura máxima mayor a 28°C. y temperatura mínima por encima de lo 19°C y su periodo de incubación duró aproximadamente 10 a 20 días.

- 7.5.** El inadecuado manejo agronómico y fitosanitario de la enfermedad mancha foliar, ocasionó el incremento del grado de infección llegando hasta más del 50% de total de hojas por planta.



## VIII. RECOMENDACIONES.

- 8.1. Se recomienda realizar una planificación en la hora de riego y una buena fertilización teniendo como base los requerimientos del cultivo de lechuga y el manejo de enfermedades, principalmente de la mancha foliar causado por ***Cercospora longissima***.
- 8.2. Se recomienda realizar trabajos de investigación en el manejo químico de esta enfermedad en campo, teniendo como base la prueba de alimento envenenado que fue realizado a nivel de laboratorio.
- 8.3. Se recomienda realizar trabajos de investigación con niveles de fertilización en campo para el manejo de la enfermedad de la mancha foliar (***Cercospora longissima***) en el cultivo de lechuga.



## IX. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Lamas, en el fundo hortícola La Esperanza y se llevó a cabo en 2 etapas: La primera se realizó en el campo, donde se hizo un seguimiento a una parcela de cultivo de lechuga variedad Great Lakes, para evaluar las labores agronómicas que realizaron, describir la sintomatología de la enfermedad, recolectar muestras de plantas enfermas y evaluar la incidencia y severidad de la enfermedad de la mancha foliar utilizando el método de Stover modificado por Gauhl y con los datos obtenidos de severidad se realizó la curva de progreso de la enfermedad, empleando 3 modelos matemáticos epidemiológicos: Logístico, Monomolecular y Gompertz.

La segunda etapa se desarrolló en el laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. Se evaluó la prueba de patogenicidad, caracterización del fitopatógeno y prueba de alimento envenenado.

Los resultados obtenidos determinaron: ***Cercospora longissima*** es el agente causal de la mancha foliar en el cultivo de lechuga. El modelo matemático de Gompertz describió en forma gráfica la curva de progreso de la enfermedad y los productos formulados: mancozeb + Metalaxil 3g./L. , Tiofanate Metil + Thiram 3g./L. , Mancozeb + Metalaxil 2g./L. , redujeron el crecimiento y desarrollo del hongo en laboratorio.

### Palabras claves

Great Lakes, sintomatología, agronómicas, incidencia, severidad, mancha foliar, patogenicidad, caracterización, fitopatógeno, patógeno, agente causal, Mancozeb, Metalaxil, Tiofanate Metil, Thiram, hongo,

## X. SUMMARY

The present work of investigation was carried out in the city of Lamas, in the horticultural farm house The Hope. The work was carried out in 2 stages: First it was realised in the field, where a pursuit to a parcel became of lettuce culture Great Lakes variety, this in order to evaluate the agronomic workings that realize, symptoms of the disease was described, collected the samples of ill plants, evaluated the incidence and severity of the disease of leaf spot, using the method of Stover modified by Gauhl and With the collected data of severity, the curve of progress of the disease was realised, using 3 mathematical models epidemiologists: Logistic, Monomolecular and Gompertz.

The second stage was developed in the vegetal medical laboratory of the National University of San Martin - Tarapoto, where it evaluated the test of phatogenicid, characterization of the fitophatógen and test of poisoned food. The obtained results determined: the pathogen ***Cercospora longissima*** is the causal agent of leaf spot in the culture of Lettuce. The mathematical model of Gompertz described in graphical form the curve of progress of the disease and formulated products: Mancozeb + Metalaxil 3g. /L., Tiofanate Metil + Thiram 3g. /L., Mancozeb + Metalaxil 2g. /L., they reduced to the growth and development of the fungus in laboratory.

## KEY WORDS

Great Lakes, symptoms, agronomic, incidence, severity, leaf spot, phatogenicid, characterization, fitophatógen, pathogen, causal agent, Mancozeb, Metalaxil, Tiofanate Metil, Thiram, fungus.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AGRIOS, G. N.** 1988. "Plant Pathology". 3er. Ed. Academic Press. San Diego, C. A. 632 pp.
2. **AGRIOS, G. N.** 1995. "Fitopatología". Editorial Uthea. 2da. Edición. México. 838 pp.
3. **AGRONEGOCIOS.** 2000. "Guía Técnica para El Cultivo de La Lechuga". Revista Técnica. San Salvador.
4. **AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY.** 1997. " Plagas y Enfermedades de la Lechuga". Grupo Mundi – Prensa, España. Pag 1,2.
5. **BARNETT, H. L. and B. B. HUNTER.** 1972. "Illustrated Genera of Imperfect Fungi". Ed. Publishing Company Thirol Edition Printed in the United States of America. 364 pp.
6. **BARTRA, M. F.** 1998. "Tesis: Evaluación de Fungicidas en el Control de *Cercosporiosis* en Tabaco Negro Var. Habano Nicaragua 1, en el distrito de Juan Guerra, San Martín – Perú". 84 pp.
7. **DAVIS, R. M. and F. F. LAEMMLEN.** 1999. "Carrot: *Cercospora* Leaf Blight". U. C. Pest Management Guidelines. U. C. D. A. N. R. Publication 333. The Regents of the University of California. 4 pp.
8. **EL INGENIERO AGRONOMO.** 1995/1996. "Vademecun Agrario". Editorial Edipesa. Lima – Perú. 120 pp.
9. **ELLIS, M. B.** 1971. "Dematiaceous Hyphomycetes". Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, England, 507 pp.

10. **ELLIS, M. B.** 1976. "More Dematiaceous Hyphomycetes". C.A.B. International Mycological Institute Kew, Surrey, England. 507 pp.
11. **FARRERA, P. R. E.** 1994. "Comparación de las Funciones Monomolecular, Logística y Gompertz para Describir el Desarrollo de la Roya de Cafeto". FONAIAP. Fitopatol. Venez. 7:36-41.
12. **FAX, S. A. de C. V.** 1999. "Información Agrícola: La Lechuga (*Lactuca sativa* L). México D.F. e-mail = [faxsa@faxsa.com.mx](mailto:faxsa@faxsa.com.mx)
13. **FLEIDER, L.** 1998. "Diseases of Sugar Beet: Cercospora Leaf Spot". Holly Sugar Plant Pathology Laboratory.
14. **FRENCH, E. R. and T. T, HEBERT.** 1980. "Métodos de Investigación Fitopatológica". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 289 pp.
15. **GARCIA, R. A.** 1984. "Horticultura". Barcelona Salvat. 1ra. Edición. Barcelona – España. 411 pp.
16. **HANLEN, R. T.** 1989. "Illustrated Genera of Ascomycetes With Drawings by Carol Glibbens Hann". A.P.S Press the American Phitopathological Society Press. St. Paul, Huesate. U.S.A. pp. 114-115.
17. **HANLEN, R. T.** 1990. "Illustrated Genera of Ascomycetes". The American Phytopatplogical Society Press. St. Paul, Minn. U.S.A. 263 pp.
18. **HOLDRIDGE, H.** 1970. "Clave Ecológica del Perú, Zonas de Vida". Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Lima – Perú.
19. **INFOAGRO. 2002.** "El Cultivo de la Lechuga". Reporte Técnico. España.



20. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA.** 1995. "I Censo Nacional Agropecuario. Resultados Definitivos. Tomo II. Impreso en Secretaria General del I.N.E.I. 3177 p.
21. **LAURENCE, V. M. and C, LEE CAMPBELL.** 1990. "Introduction to Plant Wiley – Disease Epidemiology". A Interscience Publication. Printed in the America. 532 p.
22. **LAMEY, H. A.** 1996. "***Cercospora*** Leaf Spot of Sugar Beet". Back to the main Broechures page.
23. **LOT, H., BLANCARD, D. and MAISONNEUYE, B.** 2005. "Enfermedades de lasLechugas. Identificar, Conocer y Controlar. Ediciones Mundi – Prensa. España. 103 – 105 p.
24. **LORRENTE, J. B.** 1997. "Biblioteca de Agricutura". IDEA BOOKS S.A. Impreso en Barcelona – España.
25. **LUCAS, G. B.** 1965. "Enfermedades del Tabaco". Edición Revolucionaria Instituto del Libro. Impreso en Cuba. 778 pp.
26. **NAQRI, M. H.** 2004. "Diseases of Fruit and Vegetables". Diagnosis and Management. Vol II. Kluwer Academic Publisher. Printed in the Netherland. 125, 126 p.
27. **MALLAR, A.** 1978. "La Lechuga". Editorial Hemisferio Sur.
28. **PONS, MINOSKA.** 1990. "Taxonomy of *Cercospora* and Related Genera". In Sigatoca Leaf Spots Diseases of Bananas: Proccedings of an International Workshop helad at San José, Costa Rica. March 28 – April 1999. Fullerton, R.A.. Stover, R.H. (eds.). INIBAP BEPAC, Montpellier. 360 – 370 pp.

29. **SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1999.**

Reporte de datos meteorológicos periodo 4 de Noviembre de 1999  
a 2 de Enero del 2000. SENAMHI - CO Lamas.

30. **SOLORZANO, A. 1997. "Producción de Hortalizas de Hojas en Tarapoto".**

Faculta de Ciencias Agrarias. UNSM. Perú. 15 p.

31. **VANDERPLANK, J. E. 1963. Plant Diseases: Epidemics and Control.**

Academic Press, New York.

32. **WASHINGTON, J. R. 1997. "Relationship Between the Spray Droplet**

Density of Two Protectant Fungicides and the Germination of  
*Mycosphaerella figiensis* ascospores on Banana leaf Surfaces  
pesticides Science". 50: 233 – 239 pp.

33. **YARINGAÑO, C. 1975. "Control Químico de *Cercospora spp* del Tabaco**

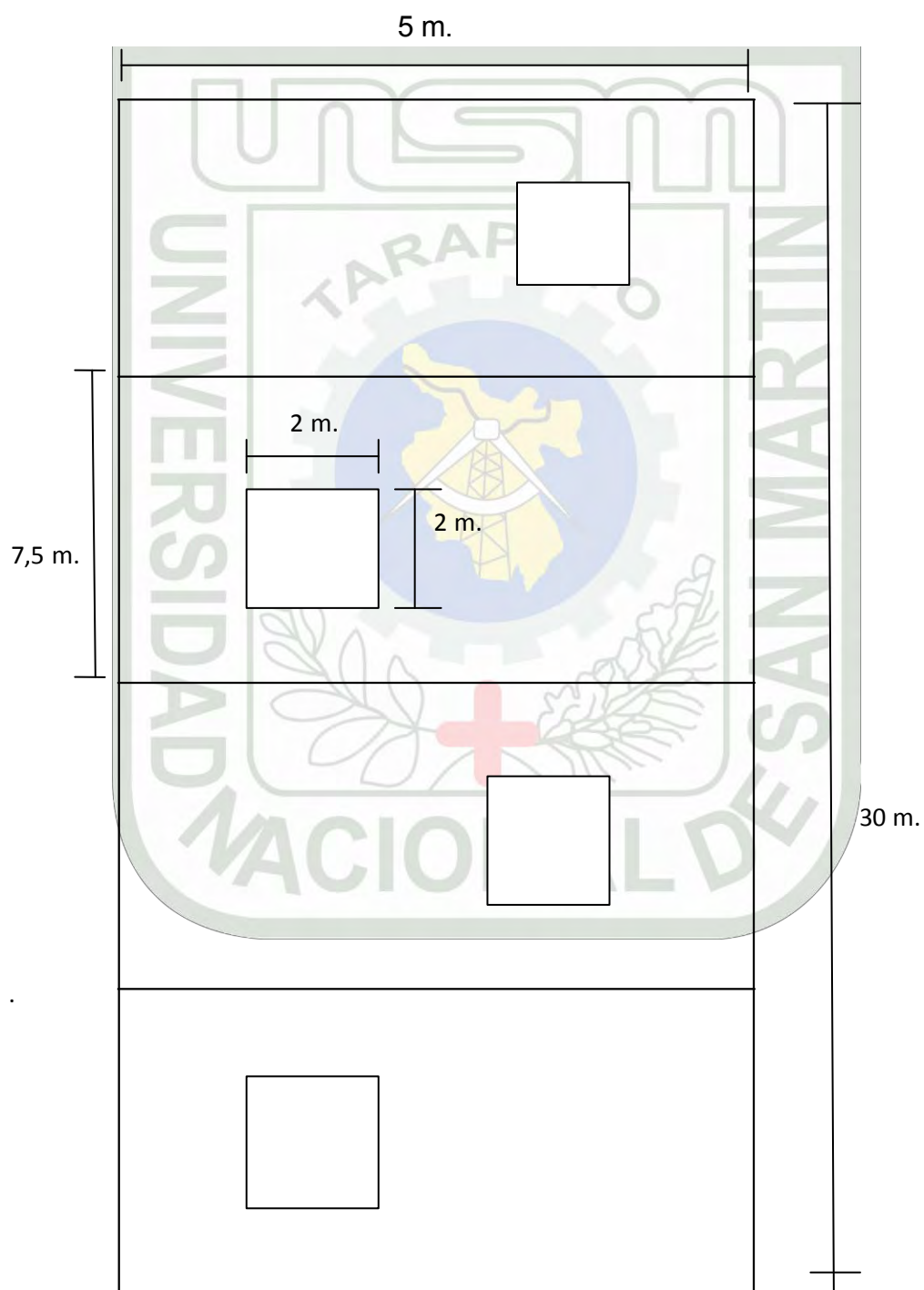
Negro, en Almacigueros y Campo Definitivo". Doc. M.A. – Tarapoto  
– Perú. 30 p.

34. **ZADOCS, J. C. and SCHEIN, R. D. 1979. Epidemiology and Plant**

Disease Management. Oxford Unviersity Press, London and New  
York.

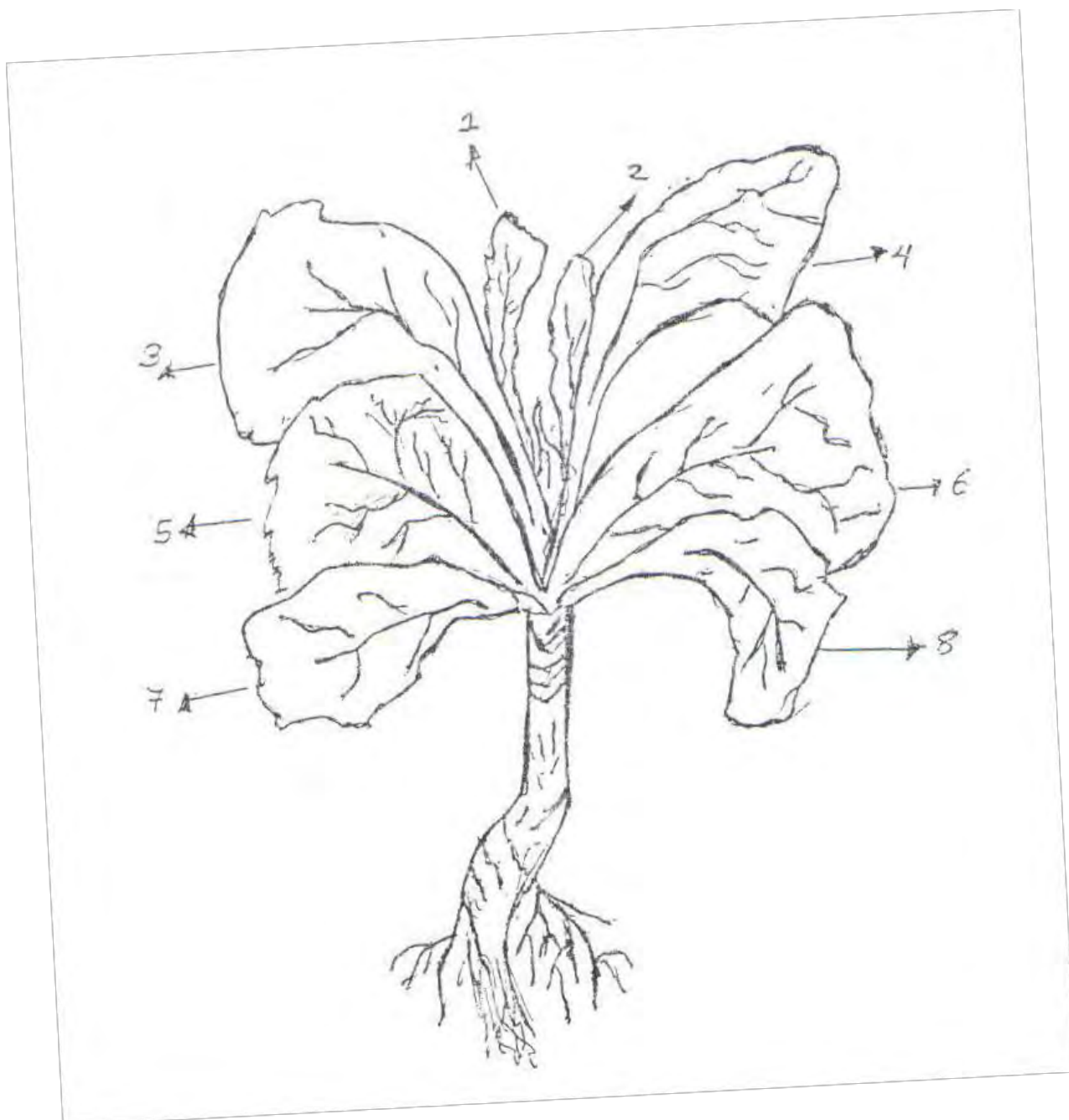


**Anexo 1:** Dimensiones de la Parcela Evaluada (Sistema de Análisis Espacial de Muestras de Plantas Enfermas basado sobre Cuadrados ó Parcelas).





**Anexo 2:** Gráfico del Sistema de Conteo Utilizado Para la Evaluación de la  
Incidencia y Severidad.



**Anexo 3:** Hoja de evaluación de campo utilizado para el presente trabajo de investigación.

PLANTA N°	POSICION DE LA HOJA										H/P	HMJA	GRADOS DE SEVERIDAD						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			0	1	2	3	4	5	6
01																			
02																			
03																			
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
.																			
.																			
.																			
60																			
TOTAL																			
PROMEDIO																			

Donde: H/P = Hojas por Planta.

HMJA= Hoja más Joven Afectada.